

مكتبة الإسكندرية الإلكترونية

الجزء الأول



تات الإلكترونية الحديثة

خصائصها - تطبيقاتها - قياساتها

مهندس :
عاطف حليم

دار النشر هاتيبه



سلسلة الدراسات الإلكترونية للفنيين

الجزء الأول

المكونات الإلكترونية الحديثة

خصائصها - تطبيقاتها - قياساتها

مهندس :
عاطف حليم



دار النشر هاتيه

مقدمة المؤلف

الحمد لله الذي أعانني علي إكمال هذا الكتاب وإخراجه بهذه الصورة ، وفي الحقيقة فإن موضوع هذا الكتاب يعد أساسيا وحيويا لكل من يعمل بمجال الاليكترونيات والأجهزة الاليكترونيه سواء في مجال التعليم أو الإنتاج أو الصيانه الخ .

وتتبع أهمية هذا الكتاب من أنه يشتمل على غالبية المكونات التي يمكن أن يجدها الفني أو المتخصص في مجال عمله ، وبالطبع فإن الكتاب لا يناقش جهاز معين أو نظام معين وإنما يتعرض للماده بطريقه عامه وشامله لتتسع بذلك قاعدة المتقنين به ويكون دليلا وأفيا بقدر الامكان لكل المهتمين بهذا المجال . ويمكن تقسيم مادة الكتاب الي ثلاثة أجزاء رئيسيه كمايلي :

- ١- دراسة كامله لجميع عناصر ومكونات الدوائر الإليكترونيه من حيث خصائصها ، تطبيقاتها ، قياستها ، أشكالها الحقيقيه .
- ٢- الأساليب الفنيه في التعرف علي المكونات الاليكترونيه من رموزها وأطرافها وأشكالها .
- ٣- الأسس العامه في لحام المكونات الاليكترونيه بالدوائر وكذلك فك اللحام وعمل الدوائر المطبوعه.

والبنود السابقه هي محتويات الكتاب بوجه عام ، وفي الحقيقة فإن هذا الكتاب بهذه المحتويات يعد الجزء الأول في سلسله الدراسات الاليكترونيه للفنيين والمتخصصين ، والتي نرجو من الله أن تكتمل كما نتمناها وكما يتمناها القارئ .

وإنني إذ أشكر الله تعالى علي ما عطانني من قدره علي العمل والاستمرار لا أستطيع أن أنسي السندور العظيم الذي قام به كبار مؤلفي الكتب في هذا المجال مما أثري المكتبة العلميه بالمزيد من الموسوعات والمراجع

أيضا لايفوتني أن أشكر القارئ الكريم علي تشجيعه المستمر والذي ظهر واضحا في كتبي السابقه ، في هذا المجال وأتمني أن يوفقني الله في أن أقدم دائما كل ما هو جيد ونافع .

والله ولي التوفيق
المؤلف .

القاهرة في يناير ١٩٨٩

الباب الأول

المكونات الالكترونية الحديثة

رقم الصفحة

١٣ احتياطات امان اثناء التعامل مع النواثر الكهربيه -

أولا : المكونات الغير فعالة

١٥ Resistors المقاومات -

١٥ أنواع المقاومات

١٩ وحدات قياس المقاومه

٢٠ كود الألوان وطريقة قراءة المقاومه اللونه

٢٢ Capacitors المكثفات -

٢٢ نظام عمل المكثف

٢٤ سعة المكثف

٢٤ انواع المكثفات

٢٨ اصول قراءة قيم مكثفات اللونه

٢٠ نماذج من المكثفات

٢٢ Inductors ملفات الحث -

٢٢ ملفات الحث

٢٢ قلب ملف الحث

٢٤ ملفات الحث المتغيره

٢٤ استخدام الشرائح في تصميم قلب الملف

٢٥ نماذج من ملفات الحث المستخدمه في النواثر الاكترونيه

٢٧ Transformers المحولات

٢٧ الرمز المستخدمه للتعبير عن المحول.

٤٠ تطبيقات المحولات

٤١ Relay المتابعات -

ثانيا : عناصر أشباه الموصلات

- ٤٢ - مقدمة عامة
- ٤٣ ذرات السيليكون والجرمانيم
- ٤٤ الرابطة التساهمية في أشباه الموصلات
- ٤٥ تكوين البلورة السالبة (N)
- ٤٦ تكوين البلورة الموجبة (P)
- ٤٧ - الثاني Dolds
- ٤٧ الرمز الأساسي المستخدم للتعبير عن الثاني
- ٤٨ الأشكال التي يمكن أن يظهر بها الثاني
- ٤٩ متحني خصائص الثاني
- ٤٩ اختبار الثاني بواسطة الأوميتير
- ٥٠ ملاحظات على القياس
- ٥١ نماذج من الثنائيات
- ٥٢ - ثنائي الزينر Zener diode
- ٥٢ متحني الخصائص ونظام العمل
- ٥٣ تنظيم الجهد بواسطة ثنائيات الزينر
- ٥٤ نماذج من ثنائيات الزينر
- ٥٥ - ثنائي الفاراكور
- ٥٥ نظرية العمل
- ٥٦ الرموز المبهره عنالفاراكور
- ٥٧ - الترانزستور Transistor
- ٥٧ البناء العام للترانزستور
- ٥٨ توصيل الترانزستور بمناياالتغذية
- ٥٩ بعض الحقائق عن الترانزستور
- ٦٠ إختبار وقياس الترانزستور
- ٦١ نماذج من الترانزستور

٧١	ترانزستورات التأثير المجالي Field Effect Transistor
٧١	مقدمة
٧٢	(أ) ترانزستور التأثير المجالي J.F.E.T
٧٣	نظرية تشغيل الترانزستور J.F.E.T
٧٤	نماذج من الترانزستور J.F.E.T
٧٤	الفرق بين الترانزستور J.F.E.T و الترانزستور ثنائي القطب
٧٦	(ب) ترانزستور التأثير المجالي ذو البواب المعزولة M.O.S.F.E.T
٧٦	تكوين الترانزستور M.O.S.F.E.T
٧٦	نظرية العمل
٧٧	نماذج من الترانزستور والدوائر المتكاملة M.O.S.F.E.T
٧٨	الثيرستور Silicon Controlled Rectifier
٧٨	التباين العام للثيرستور
٧٨	نظام عمل الثيرستور
٧٩	تطبيقات الثيرستور
٨٠	ملاحظات
٨١	نماذج من الثيرستور
٨٣	الترياك Triac
٨٣	بين الترياك و الثيرستور
٨٤	الدائرة المكافئة للترياك
٨٥	نظام عمل الترياك
٨٦	نماذج من الترياك
٨٧	الدياك Diac
٨٧	البناء الأساسي للدياك
٨٧	نظام عمل الدياك
٨٨	تطبيقات الدياك
٨٩	دائرة خفض الإضاءة

٩١	.....	Silicon Controlled Switch	سويتش التحكم السيليكوني
٩٢	.....	Integrated Circuit	الدوائر المتكاملة
٩٢	.....		تعريف الدائرة المتكاملة
٩٢	.....		تصنيف الدوائر المتكاملة .
٩٢	.....		مزايا استخدام الدوائر المتكاملة
٩٣	.....		عيوب استخدام الدوائر المتكاملة
٩٤	.....		مثال على دوائر متكاملة من النوع ثنائي القطب
٩٤	.....		تصنيع المقارعة
٩٤	.....		تصنيع المكثف
٩٥	.....		أغلفة الدوائر المتكاملة
٩٦	.....		نماذج من الدوائر المتكاملة

٩٨	.....	Operational Amplifier	المكبر التشغيلي
٩٨	.....		الرمز المستخدم للتمييز عن المكبرات التشغيلية
٩٨	.....		الشكل الخارجي للمكبر التشغيلي
٩٩	.....		المكبر التشغيلي المثالي
١٠٠	.....		المكبر التشغيلي الفعلي
١٠١	.....		المكونات الداخلية للمكبر التشغيلي
١٠٢	.....		بعض تطبيقات المكبر التشغيلي
١٠٢	.....		١- دائرة المكبر العكس عاكس
١٠٤	.....		٢- دائرة المكبر العاكس
١٠٤	.....		٣- دائرة تابع الجهد
١٠٥	.....		٤- دائرة مكبر الجمع
١٠٦	.....		مثال على أحد المكبرات التشغيلية

ثالثا : أنظمة الحماية بالدوائر

١٠٧	.....	المنصهر (الفيذ)
١٠٩	.....	الترموستات ثنائي المعدن

رأبما : العناصر الضرريه

١١٠	خصائص الضوء.....
١١٢	خلية التوصل الضوئي
١١٤	الظليه الشمسيه
١١٦	الثنائى الضوئي
١١٨	الترانزستور الضوئي
١٢١	ثنائي الانبعاث الضوئي L.E.D
١٢٢	الفيرستود الضوئي
١٢٣	ثنائي الليزر

الباب الثاني

الوسائل المستعمله للتعرف على المكونات الاليكترونيه

١٢٩	١- التعرف على المكونات الاليكترونيه من مظهرها الخارجى
١٢٩	٢- قراءة قيمة العنصر
١٢٩	٣- الطريقه الصحيحه لتوصيل العنصر
١٣٠	٤- رموز المكونات الاليكترونيه

الباب الثالث

مبادئ وأسس لحام المكونات الاليكترونيه وعمل الدوائر المطبوعه

مقدمة

١٣٧	بعض الاعتبارات التي يجب مراعاتها أثناء التوصل على اللوحات
١٣٧	تهيئه المكونات الاليكترونيه
١٣٨	اعتبارات هامه في عمليه اللحام
١٤٢	أمثله تطبيقيه
١٤٤	لك لحام المكونات الاليكترونيه من الدوائر
١٤٨	طري الاسلاف
١٤٩	الدوائر المطبوعه

الباب الأول

المكونات الإلكترونية الحديث

**MODERN ELECTRONIC
COMPONENTS**

احتياطات أمان أثناء التعامل مع الدوائر الكهربيه

تمثل الأجهزة والدوائر الكهربيه خطرا جسيما على العاملين بها فى حالة عدم اتباع تعليمات وأصول العمل فيها والتي تحافظ على الإنسان من الصدمات الكهربيه، الحريق، الانفجارات،... الخ .

ومن المعروف أنه كلما ازداد فرق الجهد فلن التيار الناشئ عنه يزداد والذي يؤثر على الإنسان بالصدمات الكهربيه المعروفة ، ولذلك فإن الاشخاص الذين يعملون فى أجهزة الضغط العالى يجب عليهم استخدام معدات خاصه لتأمين أنفسهم .

وفيما يلى بعض احتياطات الأمان الواجب مراعاتها :

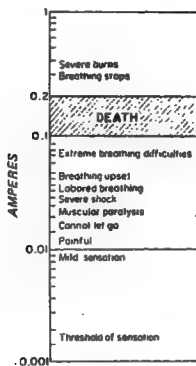
- ١ - لاتعمل بالدوائر الكهربيه وانت مجهد جسميا أو ذهنيا أو عند تناول أحد الأدوية التي تجعلك غير يقظ تماما .
- ٢ - لاتعمل فى إضاءة خافتة .
- ٣ - لاتعمل فى منطقه رطبه .
- ٤ - استخدم المعدات المناسبه لنوع العمل وكذلك أجهزة الوقايه .
- ٥ - لاتعمل وانت مهبل أو ملبسك مبلله .
- ٦ - إبعد كل الاجزاء المعدنيه الزائده من منطقه العمل .
- ٧ - لاتفترض أن الدائره فى الوضع OFF بإستخدام المفتاح ON-OFF لأنه ربما يكون المفتاح نفسه غير صالح .
- ٨ - حافظ على معدائك وأدواتك فى حاله جيده .
- ٩ - تأكد من أن المكثفات مفرغه من الشحنة وخاصة فى القيم الكبيره .
- ١٠ - لاتنزع طرف أرضى الجهاز وتأكد من أن كل أطراف الأرضى موصله .
- ١١ - إستخدم طفاية الحريق المناسبه ولا تستخدم الماء فى إطفاء الحرائق الكهربيه لأن الماء يزيد من توصيلية الكهرباء .
- ١٢ - عند استخدام أى محاليل كيميائيه إتبع التعليمات الخاصه بذلك ببطه تقريبا لئى إشتعال أو انفجار عشوائى .
- ١٣ - عند إستبدال أحد المكونات الاليكترونيه يجب إستبداله بنفس الجزء المناظر وخاصه فى المكونات التي لها أهميه خاصه فى الدائره .

١٤- إستفدم ملابس واقية أثناء التعامل مع صمامات التفريغ العالي مثل شاشات التليفزيون .

١٥- إتبع تعليمات الأمان المدونة بواسطة المصنع حيث أن لها أهمية خاصة .

١٦- عند تداول المكونات بالداثره يجب نزع كابل إمداد القدره أولا .

ويوضح الشكل التالى التأثيرات المختلفه التى يمكن أن تحدث على جسم الإنسان عند قيم مختلفه من التيار الكهربى .



شكل (١-١) التأثيرات التي تظهر على جسم الإنسان عند تعرضه لصدمات كهربيه مختلفه الشدة

أولا المكونات الغير فعاله

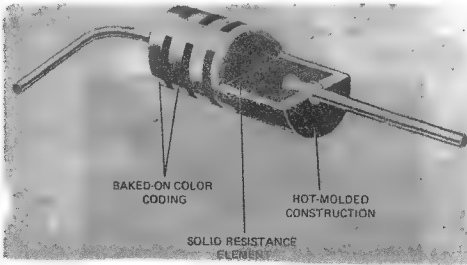


المقاومات RESISTORS

المقاومه هي عنصر يستخدم في الدوائر الاليكترونيه لتجزئء التيارات والجهود الكهربيه، وهناك أنواعا خاصه من المقاومات تعتمد في عملها على الجهد الكهربى المعطى عليها أو على الضوء الساقط عليها .

أنواع المقاومات

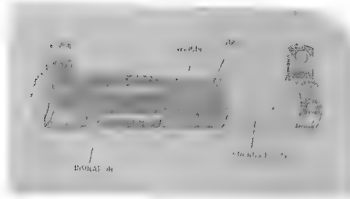
١- المقاومة الكربونية : هي أكثر انواع المقاومات إستخداما في الدوائر الإليكترونيه ، وتصنع على نطاق واسع بقيم تصل من جزء من الأوم الى ملايين الأوم ، وتصنع هذه المقاومات بمعدلات قدره مختلفه تتراوح بين ٢٠-وات ، ٥-وات ، ١ وات ، ٢ وات ، و١٠ وات ويظهر في شكل (٢-١) البناء الأساسى للمقاومه الكربونيه .



شكل (٢-١) قطاع يوضح بناء المقاومه الكربونيه

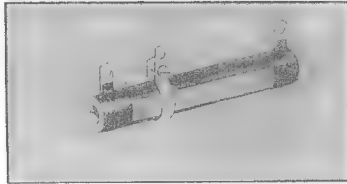
مقاومات القدرة :

هي عبارة عن سلك أومي ملفوف على مشكل من السيراميك كما في شكل (١-٢) ، وتستخدم في بوابر القدرة العاليه ذات التيار العالي .



شكل (١-٢) قطاع في أحد مقاومات القدرة

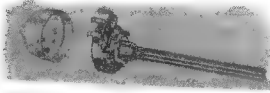
أيضا فإن هناك نوعا خاصا من مقاومات القدرة يظهر في شكل (١-٤) وهي تحتوي على زائق قابل للضغط للحصول على قيم مختلفه من المقاومه لاستخدامها كمجزئ جهد .



شكل (١-٤) أحد مقاومات القدرة القابله للضغط

٣- المقاومات المتغيرة :

هذا النوع من المقاومات له إستخدامات واسعة أهمها هو استخدامها في صورة بوتنسميتر كما في شكل (٥-١) والذي يوضح أيضا الرمز المستخدم للتعبير عن هذا النوع من المقاومات .



شكل (٥-١) البوتنسميتر ويظهر الي اطي الرمز المستخدم للتعبير عنه

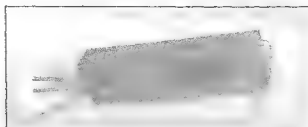
ايضا فإن هناك أحد أنواع المقاومات المتغيرة والذي يظهر في شكل حلقة كربونية مصنعه خصيصا لتطبيقات القدره المنخفضه ، او في شكل سلك دائري ملفوف يستخدم لتطبيقات القدره العاليه ، ويتم التحكم في قيمة المقاومه عن طريق فراع ينزول على جسم المقاومه كما في شكل (٦-١) .



شكل (٦-١) بوتنسميتر عبارة عن سلك ملفوف في شكل دائري

وتحتوى هذه المقاومه على ثلاثة أطراف ، واحد عند كل نهايه من نهايات المقاومه الكليه وثالث متصل بالزراع المتحرك .

وهناك نوع آخر من المقاومات المتغيرة يظهر في شكل (٧-١) يتم ضبط قيمته بواسطة إدارة مسمار التحكم باستخدام (مفك) لتعطى قيما متغيرة .



شكل (٧-١) بوتنشيتر قابل للضبط (screw driver - adjust trimmer)

ويوضح شكل (٨-١) أنواعا أخرى من المقاومات المتغيرة .

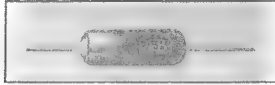


شكل (٨-١)

بعض الأنواع الخاصة من المقاومات
المتغيرة (trimmer Potentiometer)

٤- المقاومات الغشائية film resistors

تصنع هذه المقاومات عادة بواسطة ترسيب طبقة أوميه على أنبوبة خزفية ، ويتم توصيل أطرافها بالأنبوبة كما في شكل (٩-١) وهي تتميز بدقه عاليه في التصنيع وفي الأداء .



شكل (٩-١) المقاومه الغشائية (film resistor)

كما يظهر في شكل (١٠-١) أحد النماذج الخاصه من مقاومات الغشاء السميك (thick film resistor)



شكل (١٠-١) مقاومه الغشاء السميك (thick film resistor)

وحدات قياس قيمه المقاومه

تقاس قيمه المقاومه بوحدة الأوم ويرمز له بالرمز " Ω "

ونظرا لأن الأوم هو قيمه صغيره جدا بالنسبه للمقاومات فإن هناك بعض الوحدات الاكبر

كما يلي :

الكيلو أوم = 10^3 أوم	وتكتب $K\Omega$
الميجا أوم = 10^6 أوم	وتكتب $M\Omega$

ويتم كتابه قيمه المقاومه على جسم المقاومه نفسها وخاصه إذا كان حجم المقاومه مناسباً للكتابه عليه.

وهناك بعض الأساليب المختلفة للشركات المصنعة للمقاومات في التعبير عن قيمة المقاومة نوجزها فيما يلي :

$$1 \text{ Ko} = 1\text{K} \Omega$$

$$68 \text{ K} = 68\text{K} \Omega$$

$$1 \text{ Mo} = 1\text{M} \Omega$$

$$22\text{M} = 22\text{M} \Omega$$

$$R18 = 0.18 \Omega$$

$$1 \text{ Ro} = 1 \Omega$$

$$3 \text{ R8} = 3.8 \Omega$$

$$47\text{R} = 47 \Omega$$

كود الألوان وطريقه قراءة المقاومة الملونه :

يستخدم كود الألوان عادة للتعبير عن قيمة المقاومة الكربونية لتعذر الكتابه عليها بسبب صفر حجمها وتلاحظ في الوضع العادي أن المقاومة تحتوي على أربعة شرائط ملونه يكون أحد هذه الألوان ذهبي أو فضي ، ويميز عن المسموحات في قيمة هذه المقاومة والذي يعطى دلاله على مدى الدقه التي صنعت بها المقاومة .

وتكون القراءة من اليسار الى اليمين حتى تصل الى المسموحات المحدده ، وتشير الأرقام الأولى والثانيه الي أول وثاني رقم في قيمة المقاومة على الترتيب ، أما اللون الثالث فيشير الي عدد الأصفار (المضاعف) ، يلي ذلك اللون الرابع والذي يشير الي المسموحات .

ويظهر في شكل (١١-١) الجدول المعبر عن كود الألوان والي جواره بعض الأمثله

الكود	اللون
0	أسود
1	بنّي
2	أحمر
3	برتقالي
4	أصفر
5	أخضر
6	أزرق
7	بنفسجي
8	رمادي
9	أبيض

المسموحات	القيمة	اللون الرابع	اللون الثالث	اللون الثاني	اللون الأول
١٠٪	3900	فضي	أحمر	أبيض	برتقالي
٥٪	22000	ذهبي	برتقالي	أحمر	أحمر
٢٠٪	10	—	أسود	أسود	بنّي



شكل (١١-١) الجدول المعبر عن كود الألوان والي جواره بعض الأمثله للمقاومات الملونه

ملاحظات

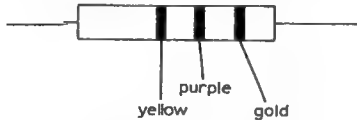
* بالنسبة للمسموحات فإنها تكون ١٠٪ بالنسبة للون الفضي و٥٪ للون الذهبي وفي حالة عدم وجود لون يعبر عن المسموحات فإنها تعتبر ٢٠٪ وعلى سبيل المثال فإن المقاومة الأزرق في المثال السابق والتي تكون قيمتها $(3900 \pm 10\%)$ أوم تتراوح بين القيمتين التاليتين :

$$\Omega = 3900 + 390 \text{ أقصى قيمة}$$

$$\Omega = 3900 - 390 \text{ أقل قيمة}$$

* بالنسبة للقيم من ١ أوم الى ١٠ أوم نجد أن الطريقة السابقة لاتصلح لأن أقل قيمة يمكن قراءتها بواسطة الطريقة السابقة هي ١٠ أوم (بنى - أسود - أسود) ، وعلى ذلك فإنه بالنسبة للقيم من ١ أوم الى ١٠ أوم يستخدم لونين فقط بدلا من ثلاثة للتعبير عن قيمة المقاومة ، وذلك كما في المثال الموضح في شكل (١-١٢) .

* في بعض الأنواع من المقاومات ذات النقة العاليه يتم استخدام اللون الأحمر في المسموحات للتعبير عن المسموحات ٪٢ أو اللون البنفي للتعبير عن المسموحات ٪١.



شكل (١-١٢) مقاومة ملونه قيمتها ٤.٧ أوم

* يمكن استخدام خمسة ألوان في بعض الأحيان للتعبير عن قيمة المقاومة وفي هذه الحالة تستخدم الألوان كما يلي : لبيان القيم

١- اللون الأول : يعبر عن الرقم الأول في قيمة المقاومة

٢- اللون الثاني : يعبر عن الرقم الثاني في قيمة المقاومة

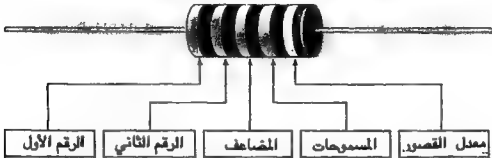
٣- اللون الثالث : يعبر عن عدد الأصفار (المضاعف multiplier)

٤- اللون الرابع : يعبر عن المسموحات فى قيمة المقاومة

٥- اللون الخامس : يعبر عن معدل القصور (failure rate)

ويعبر الاصطلاح " failure rate " عن إمكانية الاعتماد على المقاومة فى الدائره ، وبمعنى آخر ، النسبة المئوية للقصور لكل ١٠٠٠ ساعة تشغيل وعادة مايحتف هذا اللون اذا كان معدل القصور غير محدد .

ويظهر فى شكل (١٣-١) نظام التعبير عن قيمة المقاومة بإستخدام خمسة ألوان .

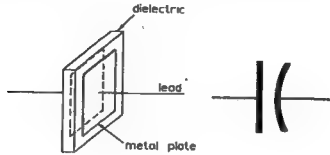


شكل (١٣-١) نظام التعبير عن قيمة المقاومة بإستخدام خمسة ألوان



CAPACITORS المكثفات

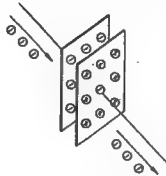
يستخدم المكثف في تخزين الطاقة الكهربيه بواسطه شحنها ثم تفريغها في ازمته معينه تعتمد على ظروف الدائره والغرض منها . ويتكون المكثف من لوحين معدنيين متوازيين مفصولين بعازل (dielectric) حيث توصل أطرافه باللوحين . ويظهر في شكل (١٤-١) البناء العام للمكثف والى جواره الرمز المعبر عنه .



شكل (١٤-١) البناء العام للمكثف والى يمينه الرمز المعبر عنه

نظام حمل المكثف

تصل الالكترونات المتدفقه في الدائره الى أحد الألواح وتخزن عليه ، هذه الالكترونات تجبر كميه مماثله من الالكترونات اللوح الآخر لأن تفادى هذا اللوح ليتبقى عليه شحنه موجبه وبذلك يظهر فرق الجهد بين طرفي المكثف وذلك كما في شكل (١٥-١) . ويلاحظ انه من المفروض عدم مرور الشحنات الكهربيه خلال العازل ، هذا بالنسبه للمكثف السليم .



شكل (١٥-١) نظام شحن المكثف

سعة المكثف :

السعة هي كمية الكهربية التي تخزن لكل واحد فولت ، وتقاس بوحدة الفاراد ، والمكثف الذي تكون سعته ٢ فاراد على سبيل المثال يخزن كمية كهربية ضعف التي يخزنها المكثف ١ فاراد اذا تعرض كلاهما لنفس فرق الجهد ، وعلى أى حال فإن الفاراد هو قيمة كبيرة جدا وعلى ذلك فإنه يستخدم وحدات أصغر كما يلي :

mf	الملي فاراد = 10^{-3} فاراد وتكتب
μf	الميكرو فاراد = 10^{-6} فاراد وتكتب
nf	النانون فاراد = 10^{-9} فاراد وتكتب
pf	البيكوفاراد = 10^{-12} فاراد وتكتب

ويمكن تعريف الفاراد بأنه سعة المكثف الذي يسبب تدفق تيارا يساوي ١ أمبير من تيار الشحن وذلك عندما يتغير الجهد المطبق بمعدل ١ فولت لكل ثانية .
ويمكن حساب سعة المكثف باستخدام القانون التالي :

$$C = \frac{Q}{V}$$

C ... سعة المكثف بالفاراد.

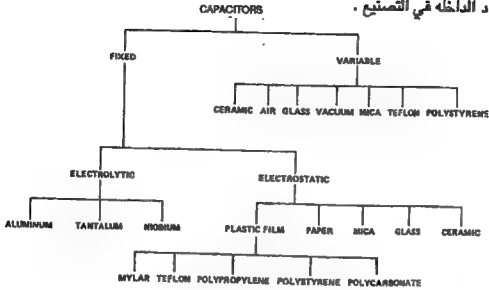
V فرق الجهد بين طرفي المكثف بالفولت.

Q الشحنة المخزنة على المكثف بالكولوم .

أنواع المكثفات

عادة ما تسمى المكثفات حسب نظرية عملها أو حسب المواد الداخلة في تصنيعها ، ويشرح شكل (١٦-١) نظام تصنيف المكثفات حيث نجد أنها تكون إما ثابتة القيمة أو متغيرة القيمة ثم تقسم بعد

ذلك حسب المواد الداخلة في التصنيع .

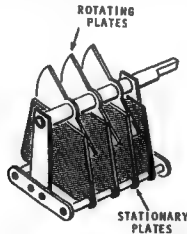


شكل (١٦-١) نظام تصنيف المكثفات

وفيما يلي نستعرض أهم أنواع المكثفات

١- المكثفات الهوائية المتغيرة

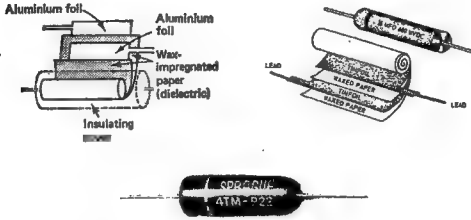
يتكون هذا النوع من المكثفات من مجموعة الواح معدنية يدور فيما بينها مجموعة من الألواح المتحركة ويفصل بينها عازل هوائي، وبواسطة إدارة هذه الألواح يتم التحكم في سعة المكثف ، ويظهر هذا النوع في شكل (١٧-١) ويستخدم على نطاق واسع في دوائر التوافيق (tuning).



شكل (١٧-١) أحد نماذج المكثفات الهوائية المتغيرة

٢- المكثفات الورقيه

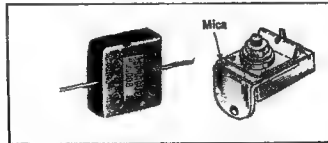
المكثفات الورقيه هي أحد الأنواع الشائعه جدا من المكثفات الثابته ، والمكثف الورقي عبارة عن طبقتين من شرائح معدن رقيق مفصولين بواسطة الورق المشمع أو أي عازل ورقي آخر. وتلف هذه المجموعه علي شكل إسطوانه وتحاط باتبويه ورقيه أو كابيسوله من البلاستيك . وتخرج الاطراف من نهاية المكثف ويتم توصيلها بשרائح المعدن ، ويظهر في شكل (١٨-١) بعض انواع هذه المكثفات.



شكل (١٨-١) بعض أشكال المكثفات الورقيه ونظام تصنيفها .

٣- مكثفات الميكا

هي عبارة عن شرائح من الراح معدنيه رقيقه مفصوله بواسطة شرائح الميكا ويررز منها طرفي التوصيل ، وتلف المجموعه كلها في كابيسوله بلاستيك ، ويتميز هذا النوع بمعدلات جهد عاليه وسعه منخفضه ، ويظهر كما في شكل (١٩-١) .



شكل (١٩-١) بعض النماذج من مكثفات الميكا

٤- المكثفات الخزفية Ceramic capacitor

مع تطور النظم الالكترونية ظهرت الحاجة الي مكثفات صغيرة الحجم تتمتع بصلاية عالية ، وقد صممت المكثفات الخزفية لتحقيق هذه المتطلبات حيث تتراوح قيمها بين ١. ميكروفاراد ، ٣. بيكوفاراد ، ويمكن استخدامها في دوائر الجهد العالي والقدرة المنخفضة (حتى ٣٠٠٠ فولت) ، ويظهر في شكل (٢٠-١) بعض انواع هذه المكثفات.

وبالنسبة للنوع الأنبوبي (tubular) نجدانه يتكون من أسطوانة مجوفة من السيراميك مغطاه من الداخل والخارج بطلاء الفضة ، ويتم تثبيت التلامسات في نهايتي الجزء الأسطواني ، ويتميز هذا النوع بصغر حجمه لذا فإن قيمته عادة تحدد بالألوان مما يعطي انطباعا خاطئاً بأنه مقاومه .



شكل (٢٠-١) بعض نماذج المكثفات الخزفية

٥- المكثفات الالكتروليتية:

يصنع هذا النوع باستخدام شريحة رقيقة من الألومنيوم المغطاه بالاكسيد بواسطة عملية اليتروكيميائية. هذه الشريحة تغطي بطبقة ثانية من الورق أو الشاش المشبع بعجينة اليتروليتية ، ويلي قمة هذا يوجد لوح معدني آخر يلامس الاليتروليت.

وفي هذا النوع تكون الشريحة الأولى هي اللوح الموجب والطبقة الأكسيدية هي العازل والاليتروليت هو اللوح الآخر للمكثف ، ويعمل اللوح المعدني الثاني كعازل للاليتروليت وهو يمثل الطرف السالب ، وتلف هذه المجموعة مثل المكثف الورقي وتوضع في أسطوانة معدنية تلامس الشريحة المعدنية الخارجية وتعمل كطرف سالب ، ويظهر في شكل (٢١-١) أحد نماذج

المكثفات الإليكترونية.



شكل (١-٢١) أحد نماذج المكثفات الإليكترونية

ملاحظات هامة

- تتمتع المكثفات الإليكترونية بسعة عالية وبعيها أن نسبة التسريب بها تكون عالية نسبيا (التسريب هو مرور الشحنات من خلال العازل) وغالبية هذه المكثفات مستطبة ، بمعنى أن فرق الجهد بين طرفيها لابد أن يكون صحيح القطبية ، فإذا عكست قطبية الدائرة يفتل عمل المكثف وقد يمرخلله تيار كبير ويؤدي ضغط الغاز المتولد في الداخل الي تصدع المكثف بعنف شديد في بعض الأحيان أيضا فإن المكثف الإليكتروني يعمل أقص نسبة سماحيه ممكنه .
- تتمتع مكثفات السلفز ميكا بأن لها قيمة محدده وبقية كما أن نسبة التسريب فيها أقل مايمكن .
- أثناء شحن المكثف وعندما يشحن تماما فإن التيار يهبط للصفر وفي هذه الحالة اذا نزع المكثف من الدائرة فإن الشحنة سوف تظل عليه ويمكن في هذه الحالة اعتباره منبعا للجهد .
- في دوائر الجهد العالي نجد أن المكثفات التي تحتفظ بالشحنة تمثل خطرا علي الأشخاص العاملين بالدائرة ، ولدواعي الأمان فإن المكثفات يجب أن تفرغ قبل تداولها ويمكن استخدام مفك معزول يصل بينها وبين الأرضي للتأكد من تفريغها قبل الاستخدام .

أسلوب قراءة قيم المكثفات الملونة

(١) القاعدة العامة لقراءة سلسلة المكثفات C280:

يحتوي المكثف علي خمسة ألوان تستخدم الأربعة العلويه منها في تمثيل قيمة المكثف واللون

الخامس في تمثيل قيمة جهد التشغيل .

ويوضح شكل (١-٢٢) أسلوب قراءة قيمة المكثف وذلك من خلال الجدول الموضح كما يوضح أن اللون الأخير عندما يكون أحمر فإن هذا المكثف يعمل حتي ٢٥٠ فولت ، وعندما يكون أصفر فإن هذا المكثف يعمل حتي ٤٠٠ فولت ، وعندما يكون أزرق فإنه يعمل حتي ٦٣٠ فولت .



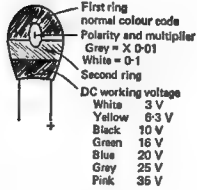
Capacitance (pF)	Capacitance (μF)	Colours of bands			
		1	2	3	4
10 000	0.010	brown	black	orange	black ± 20 % tolerance
15 000	0.015	brown	green		
22 000	0.022	red	red		
33 000	0.033	orange	orange		
47 000	0.047	yellow	violet	yellow	white + 10 % tolerance
68 000	0.068	blue	grey		
100 000	0.10	brown	black		
150 000	0.15	brown	green		
220 000	0.22	red	red	green	
330 000	0.33	orange	orange		
470 000	0.47	yellow	violet		
680 000	0.68	blue	grey		
1 000 000	1.0	brown	black		
1 500 000	1.5	brown	green		
2 200 000	2.2	red	red		

شكل (١-٢٢) أسلوب قراءة المكثفات اللونه C 280

(ب) أسلوب قراءة قيمة مكثف التنتاليوم (Tantalum)

يمكن التعرف علي أسلوب قراءة مكثف التنتاليوم Tantalum باستخدام شكل (١-٢٣). لاحظ أنه عند وجود النقطة (dot) في المواجهه ، يكون الطرف الموجب هو الطرف الأيمن كما بالشكل ، لاحظ أيضا أن الحلقة الأولى تمثل اللون الأول والحلقة الثانية تمثل اللون الثاني والحلقة الثالثة تعطي جهد التشغيل بقيم مختلفه كما بالشكل ، بالمضاعف (multiplier)

فيعطى بواسطة النقطة المتوسطة الموضحة بالشكل .

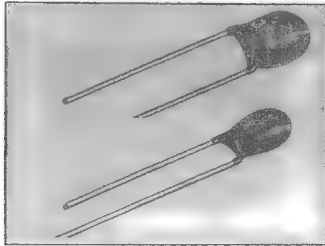


شكل (٢٣-١) أسلوب قراءة مكثف التانتاليوم (Tantalum)

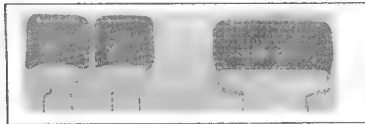
نماذج من المكثفات

فيما يلي نستعرض أهم أنواع المكثفات المتداولة في مجال الدوائر الالكترونية طبقاً للأنواع السابق ذكرها .

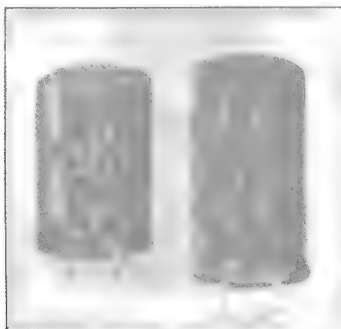
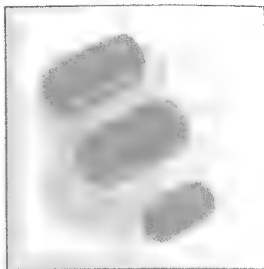
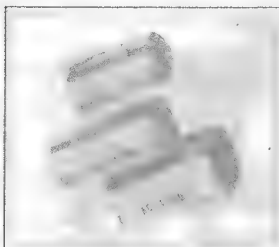
A) tantalum electrolytic capacitors



B) metallized polyster capacitors



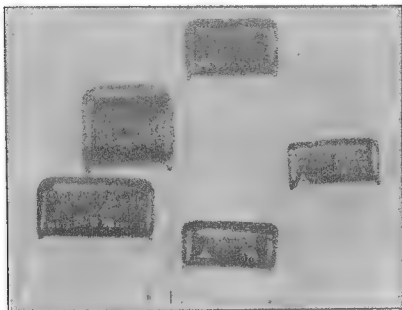
C) aluminum electrolytic capacitors



D) ceramic disc capacitors



E) film capacitors





ملفات الحث INDUCTORS

ملفات الحث هي ملفات سلكية لها قلب هوائي أو حديدي أو فيرايت وينشأ عن مرور التيار الكهربائي فيها تواد فيض مغناطيسي ، وتعرف قابلية الملف لانتاج الفيض المغناطيسي بالمحاثه (Inductance) ويرمز لها بالرمز "L" وتقاس بوحدة الهنري .
وتعتمد قيمة "L" علي عدد لفات الملف وقيمة الفيض المغناطيسي والتيار المار بالملف .

$$L = \frac{N\Phi}{I}$$

...N عدد لفات الملف
...I التيار المار بالملف
...Φ الفيض المغناطيسي
...L المحاثه

وحتى نتعرف علي نظرية عمل ملفات الحث نذكر النقاط التاليه :

١- التغير في التيار المار بالملف ينتج مجال مغناطيسي متحرك

٢- المجال المغناطيسي المتحرك يقطع لفات الملف فينتج قوه دافعه كهربيه في الملف

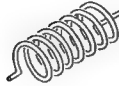
٣- القوه الدافعه الكهريه المستحثه بالملف تعاكس التغير في التيار الذي يسببها بحيث اذا اتجه التيار للزيادة فإنها تقله والعكس صحيح .

هذه الخاصيه جعلت ملفات الحث مفيدة في دوائر التيار المتردد حيث أن القوه الدافعه الكهريه (المستحثه ذاتيا) والنتاجه من تغير التيار يمكن ان تحد من التيار نفسه ، وطبقا لذلك تستخدم الملفات فيما يسمى بالملفات الخانقه (chock colls) .

قلب ملف الحث

تستخدم مادة القلب لكي تزيد من التأثير الكهرومغناطيسي الناشئ بواسطة الملف وبذلك يزيد الحث الناشئ عند مرور تيار . وعادة مايستخدم الهواء أو الفيرايت كقلوب في ملفات الحث ، ويظهر في

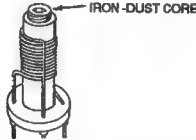
شكل (٢٤-١) نموذج لأحد ملفات الحث ذات القلب الهوائي .



شكل (٢٤-١) ملف الحث ذو القلب الهوائي

ملفات الحث المتغيرة

يستخدم هذا النوع من الملفات في تطبيقات عديدة حيث نجد أنه يمكن الحصول بواسطته علي قيم مختلفة من الحث وذلك عن طريق ادارة القلب للداخل وللخارج والذي يشابه في مظهره المسامير "الكلويظ" ، ويظهر هذا النوع في شكل (٢٥-١) .

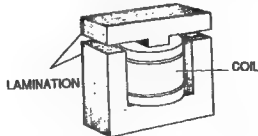


شكل (٢٥-١) بواسطة ادارة القلب للداخل وللخارج

يمكن تغيير الحث الناتج عن الملف

استخدام الشرائح في تصميم قلب الملف

يمكن في بعض الأحيان تصميم قلب الملف بحيث يكون عبارة عن مجموعه من شرائح الحديد اللين المعزولة عن بعضها ، ويظهر هذا النوع في شكل (٢٦-١).



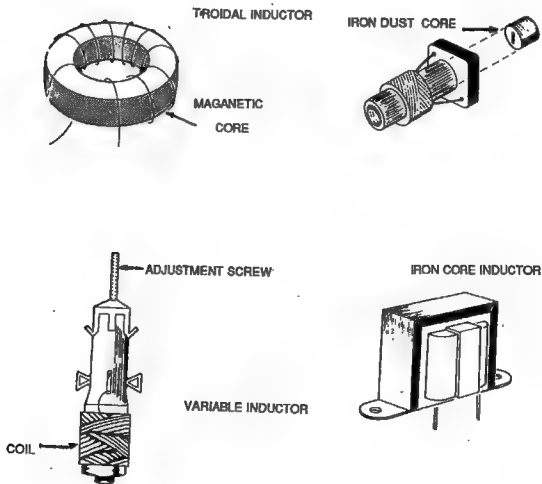
شكل (٢٦-١) قلب الملف في صورة شرائح معزولة

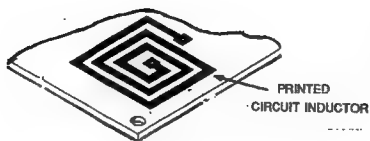
ويظهر في شكل (٢٧-١) الرمز المستخدم للتعبير عن ملف الحث والي اليسار الرمز المستخدم للتعبير عن الملف المستخدم كخائق (chock coil) .



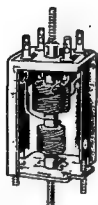
شكل (٢٧-١) الرمز المستخدم للتعبير عن ملف الحث والملف الخائق

نماذج من ملفات الحث المستخدمة في الدوائر الإلكترونية:

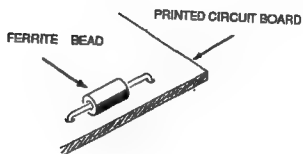




choke coil for radio



horizontal oscillator for tv.

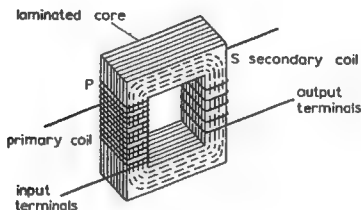




المحولات TRANSFORMERS

المحول ببساطة هو عبارة عن ملفين أحدهما يطلق عليه الابتدائي (primary) والثاني يطلق عليه الثانوي (secondary) .

عندما يمر التيار خلال الملف الابتدائي يتولد مجالا مغناطيسيا يقطع لفات الملف الثانوي مسببا تولد قوة دافعه كهربية حثيه فيه .



شكل (٢٨-١) البناء الأساسي للمحول

الرموز المستخدمه للتعبير عن المحول

يوضح شكل (٢٩-١) بعض الرموز المستخدمه للتعبير عن المحول وهي كما يلي :

- (A) محول بسيط يحتوي علي قلب
- (B) محول يحتوي علي ملفين ثانوي مع وجود نقطه تفرع (center tap).
- (C) محول يحتوي علي قلب قابل للضبط .

(D) محول يحتوي علي قلب هوائي .



(A)



(B)



(C)



(D)

شكل (٢٩-١) رموز التعبير عن المحول

ملاحظات :

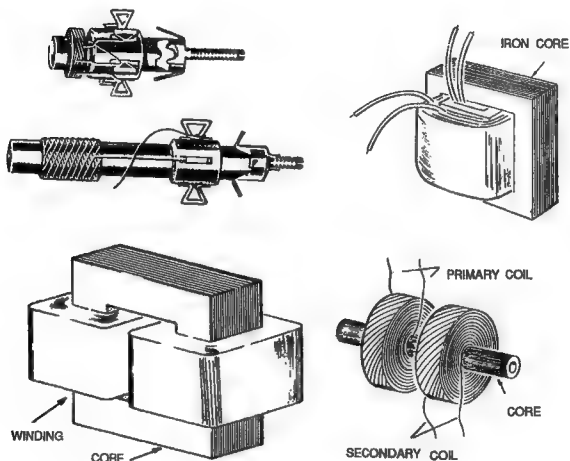
- تعتمد قلمية الجهد الناتج علي الملفات الثانويه (secondary voltage) عل اتجاه لف هذه الملفات ، وعموما فإن المحول يستخدم أحيانا كعاكس للإشارة ، ويوضح شكل (٢٠-١) (الجزء العلوي) إشارة الفرج معكسه ١٨٠° عن إشارة الدخل بينما يشير الجزء السفلي الي أن الإشارتين متحدين في الطور (in phase) ، وكما ذكرنا فإن اتجاه لف الملفات الثانويه هو الذي يحدد ذلك .



شكل (٢٠-١) انظمة التعبير عن المحول
كعاكس (الجزء الأيمن) و غير عاكس (الجزء الأيسر)

- عندما يكون عدد اللفات في الملف الثانوي اكبر من مثيلاتها في الملف الابتدائي فإن جهد الملف الثانوي يكون اكبر من جهد الملف الابتدائي ويطلق علي هذا النوع من المحولات "محول رفع" (step-up transformer) ، بينما إذا كان العكس فإن جهد الملف الثانوي ينخفض ويطلق علي هذا النوع محول خفض (step-down transformer) .

ويظهر في شكل (٢١-١) بعض انواع المحولات المستخدمة في الاجهزة الالكترونيه التي تعمل بالترانزستور.

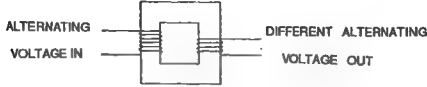


شكل (٢١-١) بعض انواع المحولات المستخدمة في نواتر الترانزستور.

تطبيقات المحولات :

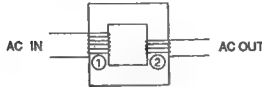
تستخدم المحولات في ثلاثة تطبيقات أساسيه وهي كما يلي:

- ١- تغيير قيمة الجهد: عندما يختلف عدد لفات الملفين الابتدائي والثانوي وذلك كما في شكل (٢٢-١)



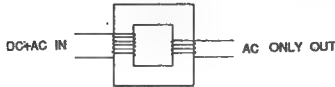
شكل (٢٢-١) استخدام المحول في تغيير قيمة الجهد

- ٢- عزل الدوائر : يتم امرار التيار المتردد بين الدائرتين ١ ، ٢ بدون توصيلهم كهربيا ، وذلك كما في شكل (٢٣-١) .



شكل (٢٣-١) استخدام المحول في عزل الدوائر

- ٣- حجز التيار المستمر : يتم امرار التيار المتردد الي الملفات الثانويه وحجز التيار المستمر وذلك كما في شكل (٢٤-١) .

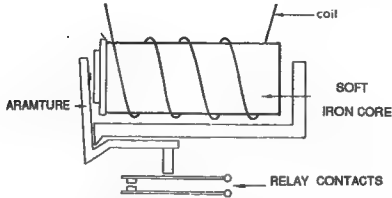


شكل (٢٤-١) إستخدام المحول في حجز التيار المستمر



المتابعات (RELAYS)

المتابع (relay) هو عبارة عن سويتش مغناطيسي يتكون من قلب من الحديد اللين (soft iron core) ملفوف حول ملف كما في شكل (١-٣٥) ، ويوجد امامه حافظة (armature) تتحكم في ملاسات الفتح والغلق (relay contacts) .



شكل (١-٣٥) المتابع المغناطيسي (relay)

عندما يمر التيار بالملف فإنه يشحن ويجذب الحافظة (armature) لكي يفلق نقط التلاصق (contacts) أو يفتحها (حسب النظام المستخدم) ، وعندما يتقطع جهد الشحن فإن الياي (spring) يعيد الحافظة الي حالتها الأصلية .

ويمكن ان يحتوي المتابع (relay) علي نقط تلامس عديدة لاستخدامه في أعمال الفتح المغلقة . ومن مميزات المتابع (relay) سرعة الفتح والغلق للأجهزة والمكينات من مواقع بعيدة كما أن جهود وتيارات تشغيله تكون صغيرة بالنسبة لما تستهلكه هذه المكينات .

وعندما ينتخب المتابع (relay) لاداء مهمه معينه في الدائره ، فإن هناك بعض الإعتبارات الهامة التي يجب الأخذ بها والتي تتعلق بالخواص الفنيه للملف المستخدم في المتابع ، وهي كما يلي :

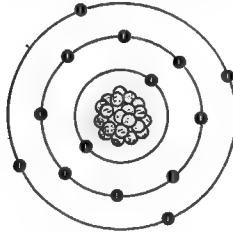
- ١- مقاومة الملف (dc resistance) وهي مقاومة السلك المستخدم في تصنيع هذا الملف .
- ٢- تيار التشغيل (operating current) أو جهد الغلق (closing voltage) والتي تستخدم كمؤشرات لحساسية المتابع ، ويجب أن تتلام مع الفرض الذي يستخدم المتابع لأجله .
- ٣- يجب أن تكون نقط التلامس ملاسه فنيا لتحمل التيارات المطلوبه في الدائره .

ثانيا : عناصر أشباه الموصلات semiconductors

مقدمه عامه

من المعروف أن الذره هي أصغر جزء في العنصر وهي تحمل في خواصها خواص هذا العنصر ، ويكون البناء الذري لكل عنصر مختلفا عن مثيله في بقية العناصر مما ينتج عنه وجود العناصر المختلفه بخصائص مختلفه .

وعطفا لنظرية (بهر) التقليديه فإن الذرة تحتوي علي نواه مركزيه محاطه بسحابه من الالكترونات سالبه الشحنة تدور في مدارات حول النواه هذه النواه ، تحتوي علي نوعين من الأجسام ، أحدهما موجب الشحنة ويطلق عليها (بروتونات) والثاني متعادل يطلق عليها (نيوترونات) .
ويوضح شكل (١-٣٦) البناء الذري لمادة السيليكون كمثال توضيحي .

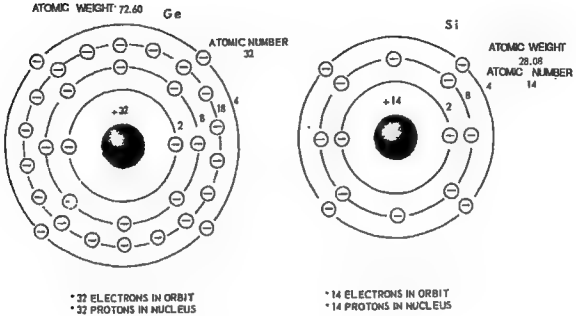


شكل (١-٣٦) البناء الذري لمادة السيليكون

ذرات السيليكون والجرمانيوم

تعتبر مادتي السيليكون والجرمانيوم من المواد المستخدمه علي نطاق واسع والتي تنتمي الي عائلة أشباه الموصلات (semiconductors) وتحتوي كل من ذرتي السيليكون والجرمانيوم علي أربعة الكترونات تكافؤ (الكترونات التكافؤ هي الكترونات الجدار الخارجي للذرة و تساهم في التفاعلات الكيميائية) والاختلاف بينهما هو أن ذرة السيليكون تحتوي علي ١٤ بروتون في النواه بينما ذرة

الجرمانيوم تحتوي علي ٣٢ بروتون ، ويوضح شكل (١-٣٧) البناء الذري لكل منهما.

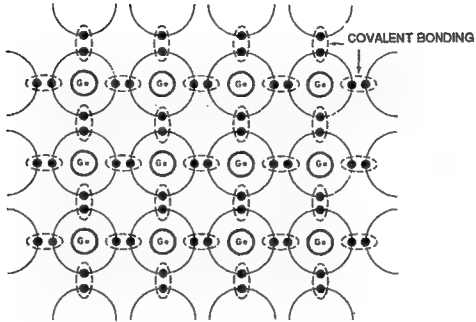


شكل (١-٣٧) البناء الذري لمادة السيليكون (الي اليمين)
ومادة الجرمانيوم (الي اليسار)

الرابطة التساهمية في أشباه الموصلات

حتي نتعرف علي اسلوب تكوين الرابطة التساهمية نستخدم شكل (١-٣٨) حيث يظهر نظام توزيع الكترونات المدار الخارجي لذرة الجرمانيوم ، وقد عرفنا من الشكل السابق أن ذرة الجرمانيوم تحتوي علي أربعة الكترونات في المدار الخارجي ، وحتى يكتمل نطاق التكافؤ للجرمانيوم فإنه لابد من وجود ثمانية الكترونات في المدار الخارجي وعلي ذلك فإن كل ذرة تشارك الذرات الأربع التي حولها في الكتروناتها بالصورة الموضحة في شكل (١-٣٨) والتي يطلق عليها (الرابطة التساهمية) ، وفي هذه الرابطة تبعد الذرة وكأن حولها ثمانية الكترونات (الأربع ذرات الأصلية وأربعة أخرى بواسطة الرابطة التساهمية)، وبالتأكيد فإن الذرة في هذه الحالة لا تكون قابلة للتوصيل حيث انه لا يوجد

الكترونات حرة لنقل الطاقة ، ويطلق علي هذا البناء (البناء البللوري).



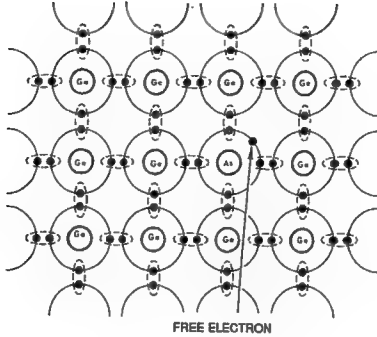
شكل (٢٨-١) الرابطة التساهمية في ذرات الجرمانيوم

تكوين البللوره السالبه (N)

لكي تتحول البللورة النقيه الي مادة قابله للتوصيل فإنه يتم تطعيمها بأحد المواد التي يطلق عليها (مواد شائبه) ، ومن أمثله المواد الشائبه المستخدمه في تكوين البللوره السالبه ، مادة الفسفور (P) والارزتك (AS) والانتيمون (SB) ، وتتشترك هذه المواد في خاصية احتواها علي خمسة الكترونات خارجيه .

ويظهر في شكل (٢٩-١) أسلوب تكوين البللوره السالبه (N) حيث نجد ان كل اربعة الكترونات تكافق من الكترونات الماده الشائبه (الارزتك) ترتبط في روابط تساهميه مع ذرة جرمانيوم ليكتمل المدار الخارجيه لذرة الجرمانيوم ويتبقى الكترين زائد من الارزتك يصبح حر الحركه خلال البللورة ، وبهذا الأسلوب يزداد عدد الاكترونات (السالبه) الحرة ، وتتحول الماده الي بللوره سالبه ، ويرمز

لها بالرمز (N).

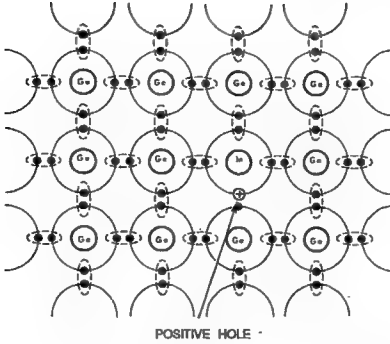


شكل (١-٣٩) التطعيم بالشوائب خماسية التكافؤ
لتكوين البلورة السالبة (N).

تكوين البلورة الموجبة (P)

بنفس الأسلوب يتم إضافة مادة شائبة الي مادة الجرمانيوم أو السيليكون ، ولكن في هذه الحالة يستخدم ماده شائبة ثلاثية التكافؤ مثل الأنتيمون (IN) أو الجاليوم (GA) أو البورون (B).
الكثرونات التكافؤ الثلاثة للأنتيمون كما في شكل (١-٤٠) ترتبط مع ذرات الجرمانيوم برابطة تساهمية وهنا نجد أن ذرة الجرمانيوم ينقصها الكترون واحد حتي يكتمل البناء الترابطي التساهمي وهذا يعني وجود فجوة (hole) والتي تمثل شحنة موجبة لها قدره قويه علي جذب الالكترون اذا كان بجوارها. بهذه الصورة يزداد عدد الفجوات ، أي عدد الشحنات الموجبة وتزداد معها ايجابية المادة وتصبح هذه الفجوات الموجبة مسئولة عن توصيل التيار في المادة وهنا يطلق علي المادة (بلورة

موجبه) ويرمز لها بالرمز (P).



شكل (٤-١) التظيم بالشوائب ثلاثية التكافؤ لتكوين البالوره الموجبه (P)

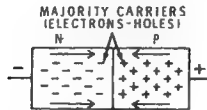


الثنائي DIODE

الثنائي هو عنصر إلكتروني يحتوي علي طرفين (الأنود والكاثود) ، ويسمح بمرور التيار الكهربائي بسهولة في اتجاه واحد ويمنع مروره في الاتجاه العكسي ، ويستمر مرور التيار خلال الثنائي عندما يكون جهد الانود موجب بالنسبة للكاثود (توصيل أمامي) ، ولا يمر الا تيار ضئيل جدا عندما يكون جهد الانود سالباً بالنسبة للكاثود (توصيل عكسي) ، وهكذا يمكن اعتبار الثنائي كمفتاح جهد يوصل في احد الاتجاهات ويفصل في الاتجاه الآخر .

ومن حيث البناء العام للثنائي نجد انه يتكون من البلورتين ، احدهما سالبه (N.crystal) والثانيه موجب (P.crystal) كما بالشكل وقد سبق لنا دراسة اسلوب تكوين البلوره السالبه والبلوره الموجبه.

ويتم توصيل البلورتين معا بطرق تكنولوجيه متعدده ، ويستخدم شكل (٤١-١) لتمثيل توصيل البلورتين معا حيث يظهر الي اليمين البلوره (P) والتي تحتوي علي الفجوات الموجبه (holes) كمعاملات للشحنه ، كذلك يظهر الي اليسار البلوره السالبه (N) والتي تحتوي علي الالكترونات السالبه كمعاملات للشحنه ، ويطلق علي الخط الفاصل بينهما "وصله" (JUNCTION) ، وتشير الأسهم الموضعه بالشكل الي اتجاه حركة كل من تيار الفجوات و تيار الالكترونات .

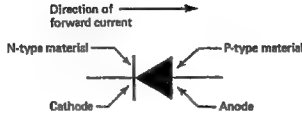


شكل (٤١-١) البناء العام للثنائي

الرمز الاساسي المستخدم للتعبير عن الثنائي

يظهر في شكل (٤٢-١) الرمز الاساسي المستخدم للتعبير عن الثنائي والذي يشير الي البناء العام

الثنائي والذي شرحناه سابقاً .

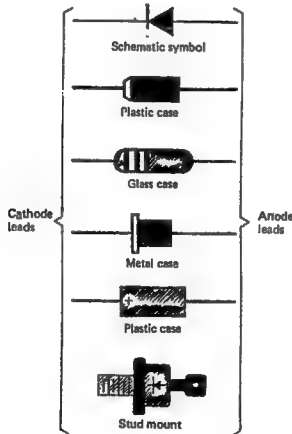


شكل (٤٢-١) الرمز الأساسي المستخدم للتعبير عن الثنائي
لاحظ هنا أن التيار الإلكتروني يمر من الكاثود الي الأنود

الأشكال التي يمكن أن يظهر بها الثنائي

يمكن أن يظهر الثنائي في عدة اشكال كما في شكل (٤٢-١) حيث يظهر في غلاف زجاجي أو معدني أو من البلاستيك .

وعادة ما يستخدم المصنعين أساليباً عديدة لتمييز الأطراف أيهما الأنود وأيها الكاثود وذلك كما بالرسم .



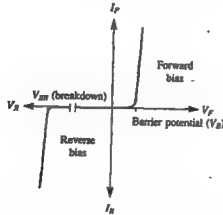
شكل (٤٢-١) الأشكال التي يمكن أن يوجد بها الثنائي

منحني خصائص الثنائي

كما عرفنا سابقا ان الثنائي يوصل في احد الاتجاهات [عندما يكون موصلا في الاتجاه الأمامي (forward)] كذلك فإنه يفصل في الاتجاه الآخر وتصبح مقاومته عالية جدا .

ويوضح شكل (٤٤-١) منحني خصائص الثنائي في الحالتين والذي يمكن ايجازه في النقاط التالية:
- يبدأ مرور التيار في الاتجاه الأمامي عندما يتعدى الجهد الأمامي مايسمى بالجهد الحاجز (barrier voltage) والذي يبدأ بعده الثنائي في التوصيل كأي موصل عادي ، وتكون قيمة الجهد الحاجز ٧ فولت في ثنائيات السيليكون و٢ فولت في ثنائيات الجرمانيوم .

- الجزء السفلي من المنحني يمثل حالة التوصيل العكسي حيث يظل التيار تقريبا مساويا للصفر إلى أن يصل الجهد إلى جهد الانهيار حيث يمر تيار عكسي شديد إذا لم يحدد يمكنه أن يتلف الثنائي وهو يزيد عن ٥ فولت بالنسبة لمعظم الثنائيات .

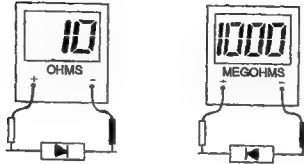


شكل (٤٤-١) منحني خصائص الثنائي (diode)

إختبار الثنائي (diode) بواسطة الأومميتر

عند استخدام الأومميتر في إختبار الثنائي (diode) فإن البطارية الداخلية للأومميتر تستخدم في توصيل الثنائي أماميا وعكسيا ، ويشير شكل (٤٥-١) إلى النتائج التي سوف نحصل عليها عند قياس الثنائي (diode) عندما يكون صالحا ، حيث نجد أنه عند توصيله أماميا يعطي مقاومه

صغيرة ، بينما يعطي مقاومه عاليه جدا عند توصيله عكسيا .



(ب) التوصيل الأمامي

(أ) التوصيل العكسي

شكل (١-٤٥) إختبار الثنائي (diode) باستخدام جهاز أوميمتر رقمي

ملاحظات علي القياس

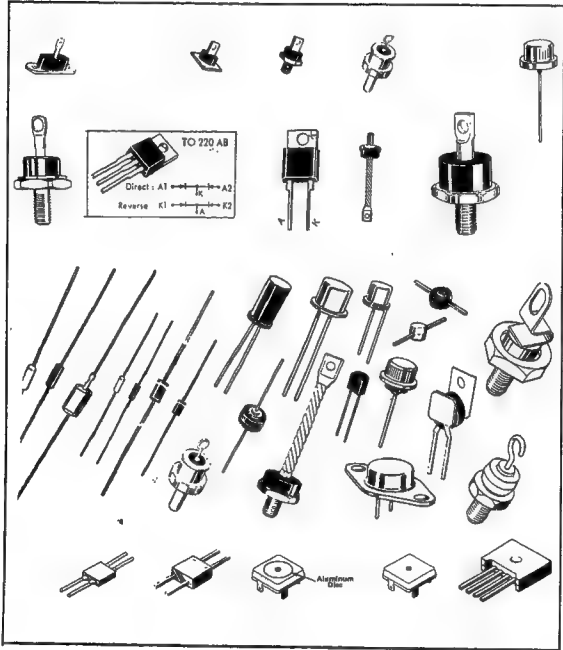
- عادة ما يستخدم المدي Rx100 علي جهاز الأوميمتر لاجراء هذا الاختبار .

- ليس من الضروري الاهتمام بقيمة المقاومه بقدر الاهتمام ماإذا كانت عاليه أم منخفضه .
- تذكر أن الثنائي ان يبدأ في التوصيل في الاتجاه الأمامي الا بعد القيمه ٧, ثولت في ثنائيات السيليكون و٣ ثولت في ثنائيات الجرمانيوم مع ملاحظه أن ثنائيات الجهد العالي تخرج عن هذه الحدود ولايجب قياسها بواسطة الأوميمتر العادي ,مكذلك فإن هناك بعض الثنائيات تستخدم في بواثر كشف الترددات العاليه ((high frequency detection)) وتكون حساسه للغاية ولا يجب قياسها أيضا بالأوميمتر العادي .
- بعض أجهزة الأوميمتر تكون معكوسه القطبيه , بمعنى أن الطرف الاسود (المشترك) لايشير الي السالب .

- إذا كانت قراءة الأوميمتر منخفضه في كلا اتجاهي القياس فإن هذا يعني أن الثنائي به قصر (short) وغير صالح أما إذا كانت عاليه جدا لكلا اتجاهي القياس فإن ذلك يعني أن الثنائي مفتوح (open) وغير صالح.

نماذج من الثنائيات

ملاحظة : يوجد أسفل الشكل مجموعه من موحّدات الموجة الكامله (full wave rectifier) رباعية الاطراف ، والتي يدخل الثنائي كمعصر أساسي في تكوينها .





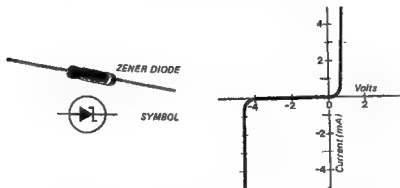
ثنائي الزينر ZENER DIODE

هناك مشكلة اساسية في دوائر إمداد القدرة (d.c.) هي أن جهد الخرج عادة ما يتغير مع تغيرات جهد الدخل أو الحمل ، وبالمثل فإنه يكون من المفضل في معظم الدوائر الحصول على جهد ثابت بصرف النظر عن التغيرات في جهد الدخل أو الحمل ، ولتحقيق ذلك لابد من استخدام دائرة منظم جهد (voltage stabilizer) وقد صممت دوائر عديدة لأجل هذا الغرض وكان العنصر الأساسي فيها هو ثنائي الزينر .

منحني الخصائص ونظام العمل

سبق أن ناقشنا في دراستنا للثنائي العادي في الجزء السابق كيف أنه عند جهد عكسي معين يحدث انهيار للوصله حيث يزداد التيار العكسي بصورة مفاجئة وشديدة ، أما في ثنائي الزينر فإن جهد الانهيار يطلق عليه أحيانا جهد الزينر والزيادة المفاجئة في التيار تعرف بتيار الزينر . ويعتمد جهد الانهيار أو جهد الزينر أساسا على كمية التطعيم في المادة التي يصنع منها ثنائي الزينر .

ويكون جهد الانهيار في ثنائي الزينر حادا وهذا ما يميزه عن الثنائي العادي السابق دراسته . ويظهر في شكل (١-٤٦) منحنى الخصائص المعبر عن ثنائي الزينر ويظهر إلى جواره الرمز المستخدم للتعبير عنه في الدوائر الإلكترونية كذلك أحد نماذجها المستخدمة بكثرة .



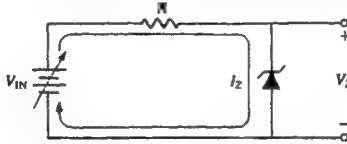
شكل (١-٤٦) منحنى خصائص ثنائي الزينر ويظهر إلى جواره الرمز المستخدم وأحد الأشكال المطابقة .

والنقاط التالية جديره بالذكر

- ثنائي الزينر مثل الثنائي العادي ماعدا ان نسبة التنظيم به تكون بحيث تعطي جهد إنهيار حاد .
- يوصل ثنائي الزينر دائما عكسيا لإستخدامه في تنظيم الجهد او عندما يوصل أماميا فان خواصه تكون مثل الثنائي العادي .
- عند دخول ثنائي الزينر منطقة الانهيار (reverse break down) فإنه ان يتلف أو يحترق حيث أن الدائرة الخارجيه الموصله به تحدد التيار ليكون أقل من القيمه التي تسبب إنهيار الثنائي .

تنظيم الجهد بواسطة ثنائي الزينر

يوضح شكل (٤٧-١) دائرة مبسطة تشرح أسلوب إستخدام ثنائي الزينر في تنظيم الجهد (d.c.) .



شكل (٤٧-١) دائرة تنظيم الجهد باستخدام ثنائي الزينر

عندما يتغير الجهد (خلال الحدود المناسبه) فإن ثنائي الزينر يحافظ علي جهد ثابت عبر أطراف الخرج وذلك كمايلي:

عندما يتغير جهد الدخل V_{in} فإن تيار الزينر I_Z يتغير بالتناسب ، وتستخدم المقاومه R كمقاومة تحديد (limiting resistor) حتي لاينهيار الثنائي . فاذا افترضنا ان ثنائي الزينر الموجود بالشكل السابق يمكنه تثبيت الجهد المناظر لتيار يتراوح بين قيمه قصوي 40 mA ملي أمبير وقيمه صفري 4 mA ملي أمبير ($I_{Zmin}=4\text{mA}$, $I_{Zmax}=40\text{mA}$) فإنه يمكن إجراء الحسابات التاليه :

١ - بالنسبه لأقل تيار :

$$V_R = 4\text{mA} \times 1\text{k} = 4\text{V} \quad \text{حيث } V_R \text{ تمثل الجهد عبر المقاومه } R$$

$$\text{و حيث أن } V_R = V_{in} - V_Z$$

$$\text{فإن } V_{in} = V_R + V_Z = 4 + 10 = 14\text{V}$$

ب - بالنسبة لأقصى تيار

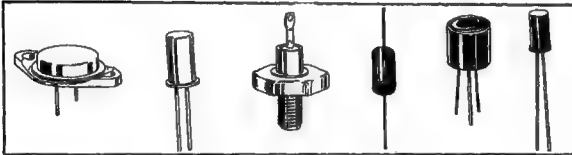
$$V_n = 40 \text{ mA} \times 1\text{K} = 40\text{V}$$

$$V_n = 40 + 10 = 50 \text{ V}$$

معني ذلك أن ثنائي الزينر في هذه الحالة يمكنه تنظيم جهد الدخل ما بين ١٤ فولت الي ٥٠ فولت
محافظا علي ١٠ فولت في الخرج .

نماذج من ثنائيات الزينر

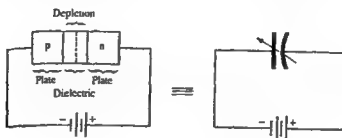
فيما يلي نستعرض بعض النماذج من ثنائيات الزينر المستخدمة عمليا





ثنائي الفاراكتور VARACTOR DIODE

تستخدم ثنائيات الفاراكتور كمكثفات متغيرة اعتمادا علي الجهد الواقع عليها .
والفاراكتور أساسا عبارة عن وصلة ثنائية موصلة في الإتجاه العكسي وذلك كما في شكل (٤٨-١).

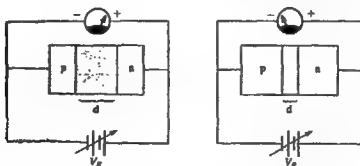


شكل (٤٨-١) الفاراكتور الموصل عكسيا يعمل كمكثف متغير

نظرية العمل

نعلم من خلال دراستنا أنه عند توصيل الوصلة الثنائية عكسيا ، يتكون مايسمى بمنطقة الإستنفاد (depletion layer) هذه المنطقة تعمل مكان عازل المكثف (dielectric) أما المناطق (P) ، (N) فإنها تعمل كالألواح المكثف .

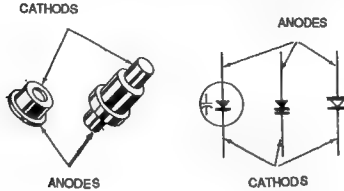
عندما يزداد جهد التغذية العكسي فإن منطقة الاستنفاد (depletion) تتسع لتزيد بذلك سمك العازل وتتناقص السعة . وعندما يتناقص ، جهد التغذية العكسي يضيق سمك منطقة الاستنفاد وبذلك تزداد السعة . وتظهر هذه العملية في شكل (٤٩-١).



شكل (٤٩-١) شرح نظرية عمل الفاراكتور كمكثف متغير

الرموز المعبرة عن الثاراكتور

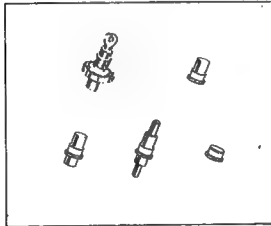
يوضح شكل (٥-١) عدة رموز مستخدمة للتمييز عن الثاراكتور ويلاحظ أنها جميعا تشير الي المكثف ضمنيةا . كما يظهر الي جواره شكل مطابق للثاراكتور .



شكل (٥-١) الرموز المستخدمة للتمييز عن الثاراكتور والي جوارها أحد الأشكال المطابقة للثاراكتور .

نماذج من ثنائيات الثاراكتور

فيما يلي نستعرض بعض انواع ثنائيات الثاراكتور تظهر في شكل (٥١-١)



شكل (٥١-١) بعض انواع ثنائيات الثاراكتور



الترانزستور TRANSISTOR

عندما تضاف طبقة ثالثة للشثاني البلوري (crystal diode) بحيث يكون وصليتين J_1 ، J_2 فإن الناتج هو عنصر جديد يطلق عليه الترانزستور .
ويتمتع الترانزستور بقدرة عالية علي تكبير الاشارات الإليكترونيه ، هذا بالرغم من حجمه الصغير عند مقارنته بالصمام الأليكتروني .

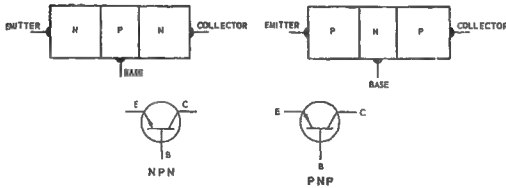
البناء العام للترانزستور :

يحتوي الترانزستور علي ثلاثة بلورات إثنان (P) وبينهما واحدة (N) أو اثنتان (N) وبينهما واحدة (P) ، ليتكون بذلك نوعي الترانزستور المعروفين :

(١) الترانزستور NPN

(٢) الترانزستور PNP

ويظهر في شكل (١-٥٢) نوعي الترانزستور المذكورين ، كما يظهر أسفل الشكل الرمز المستخدم في الدوائر الأليكترونية .

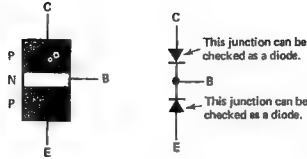


شكل (١-٥٢) نوعي الترانزستور (NPN , PNP)

ويلاحظ في كل من النوعين مايلي :

١- يحتوي الترانزستور علي وصليتين وبذلك يمكن إعتباره كثنائيتين موصليين ظهرا بظهر وذلك كما

في الشكل (١-٥٣).



شكل (١-٥٣) التعبير عن الترانزستور باستخدام الثنائيات

٢- يحتوي كل ترانزستور على ثلاثة أطراف وهي كما يلي :

أ- المشع emitter : وهو الجزء المختص بإمداد حاملات الشحنة (الفجوات في حالة الترانزستور PNP والالكترونات في الترانزستور NPN ويوصل المشع دائما اماميا (forward) بالنسبة للقاعدة وبذلك فهو يعطي كمية كبيرة من حاملات الشحنة عند توصيله.

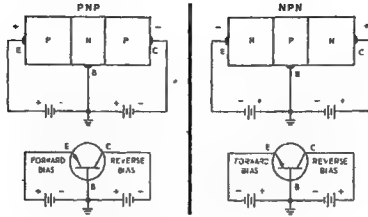
ب- المجمع collector : ويختص هذا الجزء من الترانزستور بتجميع حاملات الشحنة القامه من المشع ، ويوصل عكسيا (reverse) مع القاعدة.

ج- القاعدة base : وهي عبارة عن الجزء الأوسط بين المشع والمجمع وتوصل اماميا (forward) مع المشع ، وعكسيا (reverse) مع المجمع .

توصيل الترانزستور بمصادر التغذية transistor biasing

عرفنا من الأجزاء السابقة أن وصلة المشع (emitter) مع القاعدة base تكون امامية (forward) لكي تسمح بمقاومه منخفضه وتيار عالي ، أما وصلة المجمع (collector) مع القاعدة فتكون عكسيه (reverse) مسببة بذلك مقاومة عاليه في خرج الترانزستور ، ويظهر في شكل (١-٥٤) نظام تغذية

كل من النوعين .



شكل (١-٥) الي اليمين الترانزستور NPN والي اليسار الترانزستور PNP وتظهر نتائج التقنية في كلا الدائرتين

بعض الحقائق عن الترانزستور

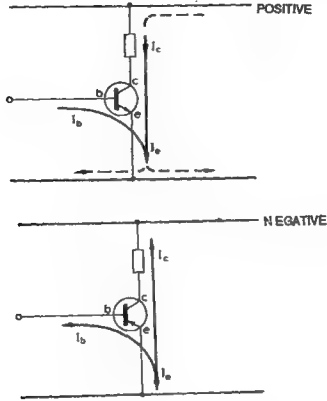
- طبقة القاعدة (base) في الترانزستور تكون رقيقة جدا يليها المشع (emitter) واكبرهم المجمع (collector) .

- يكون المشع (emitter) مشعبا بحاملات الشحنة بحيث يمكنه امداد عددا هائلا منها أما القاعدة (base) فتكون خفيفة التشبع وتعمل علي إمرار غالبية الشحنات القادمة من المشع (emitter) الي المجمع (collector) ويكون المجمع متوسط التشبع .

- وصلة المشع مع القاعدة (E-B) تكون أمامية (forward) دائما أما وصلة المجمع مع القاعدة (C.B) فتكون عكسية (reverse) .

- يلاحظ في كل من نوعي الترانزستور أن المشع يشار اليه بسهم ، ويشير السهم الي اتجاه تدفق تيار الفجوات (hole current) ، ففي النوع PNP نجد ان تيار الفجوات يتدفق خارجا من المشع

أما في النوع NPN فنجد انه يظهر داخلا الي للشع . ويشرح شكل (١-٥٥) إتجاهات التيار بوضوح.

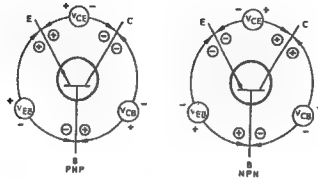


شكل (١-٥٥) في الجزء العلوي يظهر اتجاهات التيار في الترانزستور NPN والجزء السفلي خاص بالترانزستور PNP

إختبار وقياس الترانزستور

يمكن التأكد من جودة الترانزستور في الدائرة بواسطة قياس الجهود التي يعمل عليها أثناء توصيلة ، كذلك يمكن إختباره خارج الدائرة بواسطة قياس المقاومة بين كل طرفين من أطرافه باستخدام الأوميتر .

١- قياسات الجهد في دوائر الترانزستور
يظهر في شكل (١-٥) ملخصاً كاملاً لتطبيقية الجهود الموصلة علي أطراف الترانزستور والتي ناقشناها سابقاً في نظام تغذية الترانزستور .



شكل (١-٥) قياسات الجهد في دوائر الترانزستور

اختبار الترانزستور بواسطة قياس الجهد علي أطرافه وهو بالذات

- نلاحظ بوضع عام أن الترانزستور الذي يعطي جهداً بين القاعدة والمشع أكبر من ١.١ فولت (باعتبار أن طرف القاعدة يكون موجياً في حالة الترانزستور NPN ويكون سالباً في حالة الترانزستور PNP) تكون فيه الوصلة بين القاعدة والمشع مفتوحة (open) ويجب استبداله .

- فيما يلي بعض الاختبارات التي تحكم علي صلاحية الترانزستور فإذا اجتاز الترانزستور أيًا من هذه الاختبارات فإنه يمكن إعتباره صالحاً ، أما الفشل في أحد هذه الاختبارات فلا يعني بالضرورة أن هذا الترانزستور تالف وإنما يعطي احتمالاً لذلك .
وسوف نستخدم شكل (١-٥٧) لشرح هذه الاختبارات

في شكل (a)

نلاحظ في هذا الشكل أنه عند عمل قصر (short) علي الوصلة بين المشع والقاعدة فإن ذلك يؤدي الي إرتفاع جهد المجمع (collector) الي القيمة V_{cc} ، وهبوط الجهد V_{RC} الي الصفر تقريبا ، هذا بالطبع اذا لم يكن الترانزستور من الأساس يعمل في حالة القطع (cut off).

في شكل (b)

في هذا الشكل نجد أن مقاومة حمل الترانزستور تقترب من الصفر وعلي ذلك فإن التحول للقطع يمكن أن يلاحظ علي مقاومة المشع حيث أن عمل قصر (short) بين القاعدة والمشع يسبب هبوط الجهد V_{RE} الا اذا كان الترانزستور أساسا يعمل في حالة القطع "cut off" .

في شكل (c)

في هذا الشكل يظهر الترانزستوران موصولان علي التوازي ، وهنا فإن عمل قصر علي كل منهما كما بالشكل يسبب تحولهما الي OFF مما يسبب هبوط الجهد V_{RC} .

في شكل (d)

حيث يكون الترانزستور بالفعل في حالة القطع (cut off) ويكون الجهد علي المجمع V_c مساويا للجهد V_{cc} ، فإن إضافة مقاومه من النقطة V_{cc} الي القاعدة كما بالشكل يحول الترانزستور الي ON . ويجب أن تحسب قيمة المقاومه R_B بحيث تسبب تيار قاعدة I_B أصغر من ١ مللي أمبير للإشارات الصغيرة وأصغر من ١٠٠ مللي أمبير بالنسبة لترانستورات القدرة . لاحظ أيضا أن إضافة R_B سوف يسبب هبوط الجهد علي المجمع .

في شكل (e)

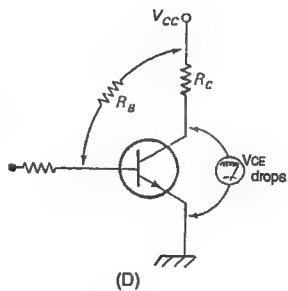
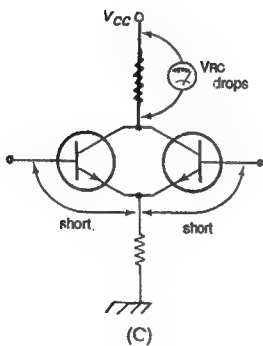
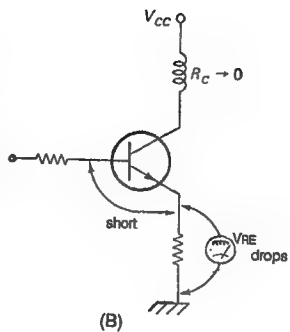
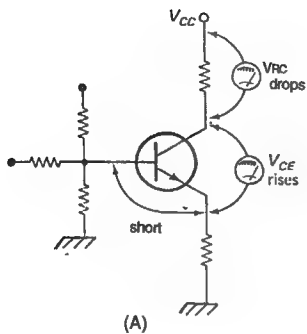
من الضروري تحويل الترانزستور Q1 الي حالة القطع (off) قبل اختبار الترانزستور Q2 بأحد الطرق السابقة (a) أو (d)

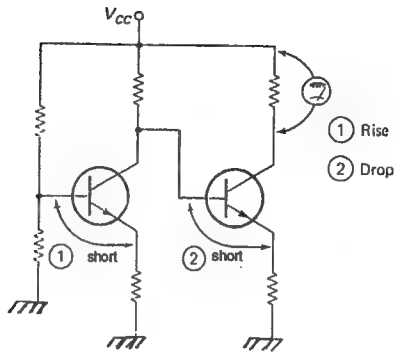
في شكل (f)

عندما يكون الترانزستور في وضع التشغيل (active) فإن الإشارة التي تظهر علي المجمع تكون معكوسة طوريا بمقدار 180° عن مثيلتها الموجودة علي القاعدة ، وبالمطيع فإن أفضل إجراء لتحقيق هذا الاختبار هو استخدام جهاز رسم النينيات (oscilloscope) .

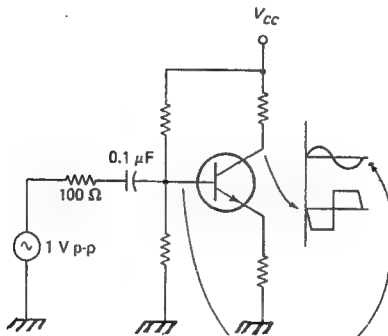
وبصرف النظر عن مستوى الإشارة أو وجود تشوهات بها من عدمه فإن هبوط جهد المجمع عند ارتفاع جهد القاعدة أو إرتفاع جهد المجمع عند هبوط جهد القاعدة تعتبر مؤشرات حقيقية لسلامة الترانزستور حتي ولو كان يعاني من بعض التسريب (leakage) أو انخفاض نسبة التكبير قليلا .

وفي حالة عدم توفر إشارة داخليه (من الدائره) علي طرف القاعدة فإنه يمكن استخدام جهاز توليد الاشارات (signal generator) لحقن اشارة علي طرف القاعدة خلال مكثف قيمته او ميكروفاراد ، وبالمطيع فإنه اذا كان المجمع موصلا بالنقطه Vcc أو نقطة الأرضي فلن يمكن مشاهدة أي اشارة علي الاطلاق.





E

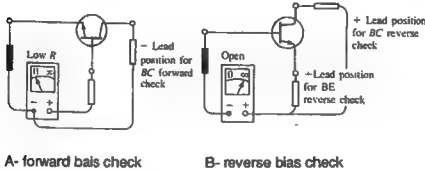


F

شكل (١-٧) اختبار الترانزستور بواسطة قياسات الجهد

(ب) قياسات الأوم (المقاومه) لاختبار صلاحية الترانزستور

يمكن استخدام جهاز الأومميتر لاختبار صلاحية الترانزستور وهو خارج الدائره ، وفي هذا الاختبار يتم التأكد من سلامة وصلات الترانزستور وعدم اصابتها بالقصر (short) أو الفصل (open). وتعتمد هذه الطريقه في القياس علي قياس كل وصله أماميا وعكسيا حيث أن الوصله السليمه يجب أن تعطي مقاومه منخفضه في التوصيل الأمامي (forward biasing) ومقاومه عاليه في التوصيل العكسي (reverse biasing) ، وتستخدم البطاريه الداخليه للأومميتر في هذه الحاله كمنبع للتغذيه . وعند اجراء هذا الاختبار يجب استخدام المدي $R \times 1$ في جهاز الأومميتر عند قياس ترانزستورات القدره والمدي $R \times 100$ أو $R \times 1k\Omega$ عند قياس ترانزستورات الاشاره الصغيره (small-signal) .



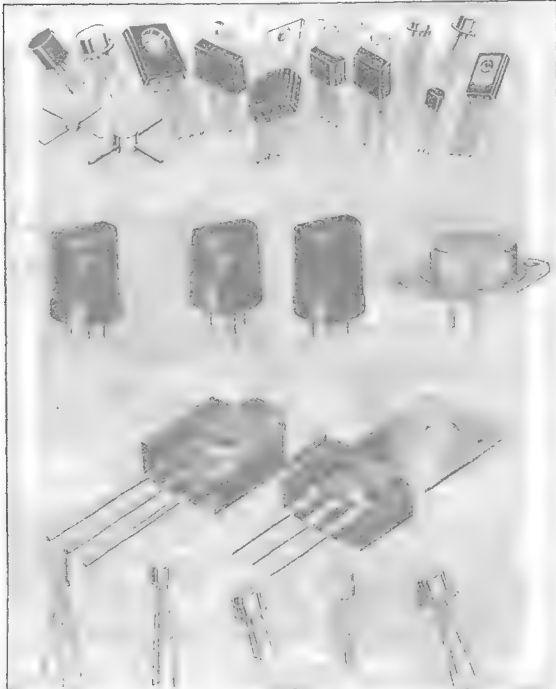
إستخدام الأومميتر لاختبار الترانزستور NpN

ويلاحظ أنه عند إختبار ترانزستور PNP فإنه يعطي قراءات عكس الموضحه في الشكل السابق تماما

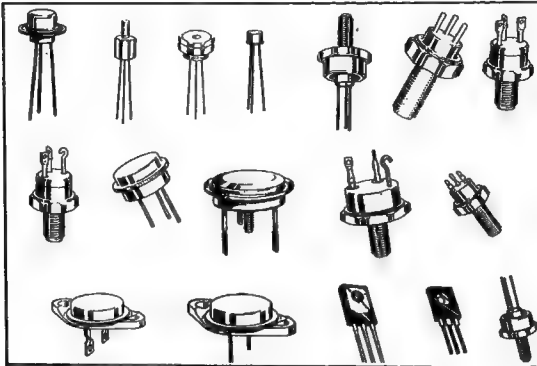
نماذج من الترانزستور

فيما يلي نستعرض أهم أشكال الترانزستور المستخدم بالدوائر الإلكترونية

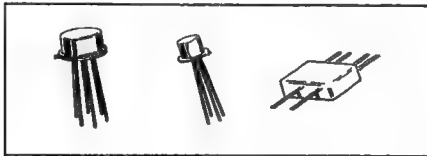
١- ترانزستور متعدد الأغراض (يظهر فيه بعض المقاطع الداخلية لتوضيح التركيب) .



ب - بعض النماذج الخاصة من ترانزستور القدرة .



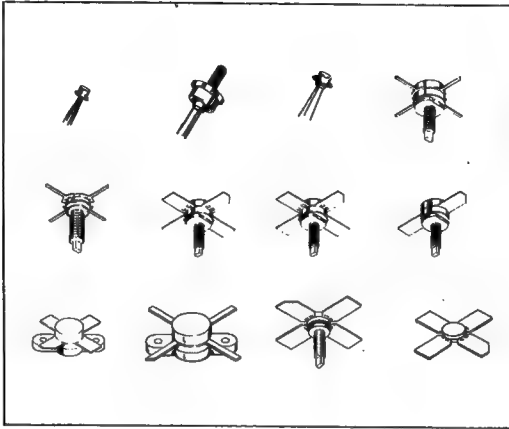
ج - بعض النماذج من الترانزستور المزدوج dual transistor



د - بعض النماذج من ترانزستور (تردد الراديو) RF transistor

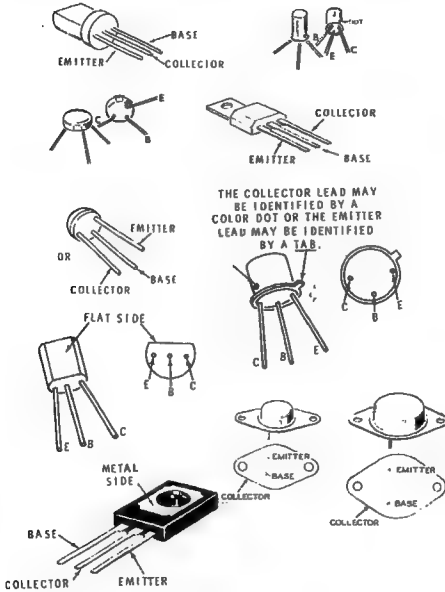


' نماذج أخرى من ترانزستور تردد الراديو



أسلوب التعرف علي أطراف الترانزستور

يوضح شكل (٥٨-١) أسلوب التعرف علي أطراف الترانزستور بالنسبة لغالبية الأنواع المستخدمة عمليا .



شكل (٥٨-١) نظام التعرف علي أطراف الترانزستور

ترانزستورات التأثير المجالي FIELD EFFECT TRANSISTORS

مقدمه

درسنا في الأجزاء السابقة الترانزستور ثنائي القطبية (bipolar transistor) والذي تلعب فيه كل من الفجوات والالكترونات دورا هاما في عملية التوصيل ، ولهذا السبب كان يطلق عليها (bipolar) ، هذا النوع من الترانزستورات يحتوي علي بعض العيوب الرئيسية أهمها أن معلومة دخله (input impedance) منخفضة بسبب التغذية الأمامية (forward biasing) بين المشع والقاعدة ، أيضا فإن نسبة التشوهات الحادثه في الإشارة بسبب وجود الوصلات بالترانزستور عاليه نسبيا ، وفيما يلي نناقش أنواع ترانزستور التأثير المجالي والذي ساعد في تلاني هذه العيوب

يمكن تقسيم أنواع ترانزستور التأثير المجالي كما يلي :-

١- ترانزستورات التأثير المجالي ذات الوصله (Junction Field Effect Transistor) ، ويوجد منها

نوعين:

1- JFET N - channel

2- JFET P - channel

٢- ترانزستورات التأثير المجالي ذات البواب المعزوله (Metal Oxide Semiconductor - Field

Effect Transistor) ويوجد منها نوعين :

1-MOSFET N - channel

2- MOSFET P - channel

وكما هو موضح فإن كلامنا عن النوعين JFET , MOSFET يمكن تصنيفه باستخدام بللورات موجب

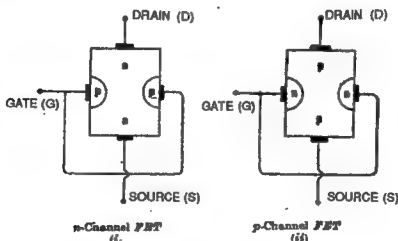
P-crystal أو بللورات سالبه



ترانزستور التأثير المجالي J.F.E.T

تشير الحروف J.F.E.T الي الاسم "Junction Field Effect Transistor" وهو عنصر مصنع من اشباه الموصلات (semiconductors) والذي تيم فيه توصيل التيار بواسطة نوع واحد من حاملات الشحنة (الكروونات أو فجوات) .

وكما يظهر في شكل (١-٩) فإن الترانزستور J.F.E.T يتكون من قضيب سيليكوني (N) أو (P) يحتوي علي وصلتين (P-N) وطرف مشترك يسمى البوابة (gate). الأطراف الأخرى للترانزستور وهما المنبع (source) والمصرف (drain) يؤخذان خارجا من القضيب السيليكوني، وعلي هذا فإن الترانزستور J.F.E.T يحتوي علي ثلاثة أطراف وهي المنبع (source) وبناظر المشع والمصرف (drain) وبناظر المجمع والبوابة (gate) وتناظر القاعدة في الترانزستور العادي. ويشكل القضيب السيليكوني قناة توصيل لحاملات الشحنة ، فإذا كان من النوع (N) فإن الترانزستور يسمى (N - channel FET) وإذا كان من النوع P فإنه يسمى (P-channel FET) .



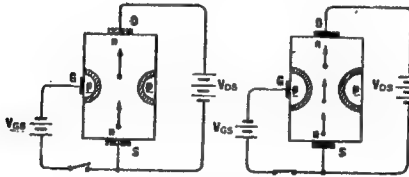
شكل (١-٩) نمي الترانزستور J.F.E.T

نظرية تشغيل الترانزستور J.F.E.T

- يوصل الترانزستور J.F.E.T بحيث تكون التغذية بين الأطراف (G), (S), عكسه (reverse biasing) والتغذية بين الأطراف (S), (D) تكون بحيث تدفع حاملات الشحنة من (S) الى (D)

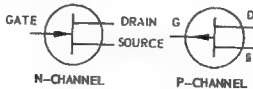
- عندما يكون $V_{GS}=0$ فإن الوصلتين (P-N) علي جانبي القضيب السيليكوني يخلقان منطقتي إستنفاد (depletion) ، ومع ملاحظة أن حاملات الشحنة تتحرك من المنبع (S) الي المصرف (D) خلال القناة بين منطقتي الاستنفاد ، وأن حجم هاتين المنطقتين يحدد عرض القناة فإن ذلك يتحكم في كمية التيار الموصل بينهما .

- زيادة الجهد العكسي V_{GS} يزيد من عرض منطقتي الاستنفاد فيقل بذلك عرض القناة ويزداد مقاومتها ، وعلي هذا فإن تيار المصرف I_D يتناقص ، والعكس صحيح فإذا نقص الجهد العكسي V_{GS} يحدث العكس تماما ويزداد التيار I_D .
- ويظهر في شكل في شكل (٦٠-١) نظام عمل الترانزستور J.F.E.T .



شكل (٦٠-١) نظام عمل الترانزستور J.F.E.T

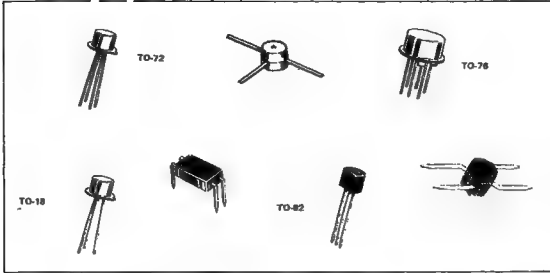
- ويوضح شكل (٦١-١) الرموز المستخدمة للتعبير عن الترانزستور J.F.E.T بنوعيه .



شكل (٦١-١) رموز التعبير عن الترانزستور J.F.E.T

نماذج من الترانزستور J.F.E.T

فيما يلي نستعرض بعض أشكال الترانزستور J.F.E.T



الفروق بين الترانزستور J.F.E.T والترانزستور ثنائي القطب

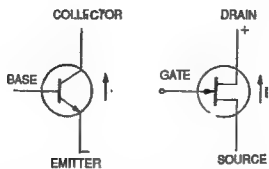
- في الترانزستور J.F.E.T يتم حمل التيار بواسطة نوع واحد من حاملات الشحنة (الالكترونات أو الفجوات) .

- دائرة الدخل في الترانزستور J.F.E.T تكون عكسية مما يعطي معاوقة (impedance) عالية جدا في الدخل مقارنة بالترانزستور العادي .

- الترانزستور العادي يستخدم تيار القاعدة للتحكم في التيارين بين المجمع والمشح بينما يستخدم الترانزستور J.F.E.T الجهد على البوابه (gate) لكي يحكم التيار بين المصرف (drain) والمنبع (source) .

- لا يوجد وصلات في الترانزستور J.F.E.T مما يقلل من مستوي التشوهات التي يمكن ان تحدث بالإشارة .

ويظهر في شكل (٦٢-١) مقارنة بين الاطراف في كل من نوعي الترانزستور المذكورين .



شكل (٦٢-١) مقارنة بين الأطراف في نوعي الترانزستور.



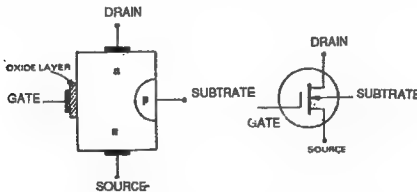
ترانزستور التآثير المجالي ذو البوابه المعزوله

Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor

- يحقق هذا النوع من الترانزستور معاوقة دخل (input impedance) أعلى من مثيلاتها في الترانزستور J.F.E.T وعادة مايمبر عن هذا الترانزستور بالحروف M.O.S.F.E.T. وهي الحروف الأولى من الاسم المذكور .

تكوين الترانزستور M.O.S.F.E.T.

- يحتوي هذا الترانزستور عل قناة من النوع N كما في شكل (١-١٣) وطبقة واحدة من النوع (P) تسمي (substrate) .
- يترسب علي أحد جوانب القناة طبقة عازله من ثاني أكسيد السيليكون بينما يترسب علي هذه الطبقة طبقة أخرى تمثل البوابه المعنیه (GATE) ، وعلي ذلك فإن البوابه تكون معزوله عن القناة وهذا هو سبب إطلاق اسم (ذو البوابه المعزوله) علي هذا الترانزستور .
- يحتوي هذا الترانزستور علي ثلاثة أطراف المنبع (source) ، المصرف (drain) والبوابه (gate) .

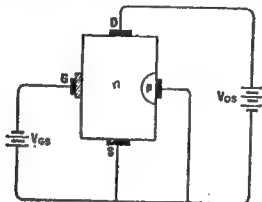


شكل (١-١٣) بناء الترانزستور M.O.S.F.E.T. والرمز المستخدم للتعبير عنه

نظرية العمل

في هذا النوع تتشكل البوابه (gate) كمكثف صغير أحد ألواح هو البوابه نفسها واللوح الآخر هو القناة ، أما العازل فهو أكسيد المعن SiO₂ . عندما يعطي الجهد السالب علي البوابه (gate) فإن

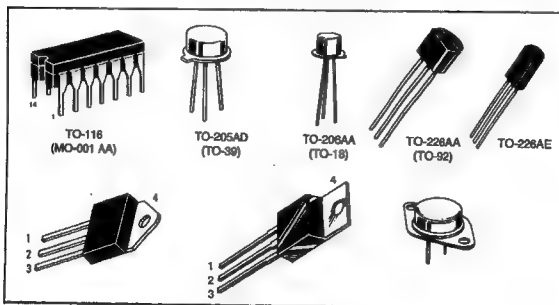
الالكترونات تتجمع عليها وتطرد الالكترونات التوصيل (المنبعث من المنبع (S) الي المصرف (D) بتأثير البطارية (VDS) من القناة N في المنطقة المجاورة ، (مثل نظرية المكثف العادي) ، وذلك فان عدد الالكترونات التي تستطيع الوصول الي المصرف (drain) يقل فيؤدي الي نقصان الخرج ومع زيادة الجهد السالب علي البوابة (gate) ، يقل التيار من المنبع (source) الي المصرف (drain) بالتناسب ، والعكس صحيح تماما ، ويشرح الشكل (١٤-١) أسلوب عمل الترانزستور ، التغذية في الدخل والخرج .



شكل (١٤-١) نظرية عمل الترانزستور M.O.S.F.E.T.

نماذج من الترانزستور والدوائر المتكاملة M.O.S.F.E.T.

فيما يلي نستعرض بعض أشكال الترانزستور والدوائر المتكاملة من النوع M.O.S.F.E.T. .





الثيرستور silicon controlled rectifier

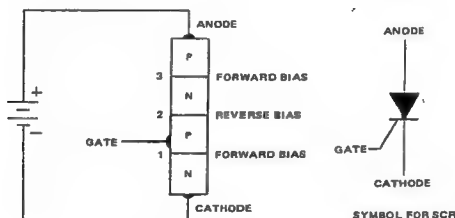
الثيرستور هو عنصر مصنع من أشباه الموصلات (semiconductors) يستخدم كمفتاح ON أو OFF ويمكن إستخدامه في عمليات تقويم القدره .

البناء العام للثيرستور

يتكون الثيرستور من أربعة بلورات P-N-P-N وعلى ذلك فإن به ثلاثة وصلات J1 , J2 , J3 . ويحتوي الثيرستور على ثلاثة أطراف ، الأنود (anode) ، الكاثود (cathod) ، البوابه (gate) شكل (١-٦٥) ، وتكون الوصلة رقم 1 موصلة أماميا (forward) وكذلك الوصلة رقم 3 أماميا أما الوصلة رقم 2 فتوصل عكسيا .

نظام عمل الثيرستور

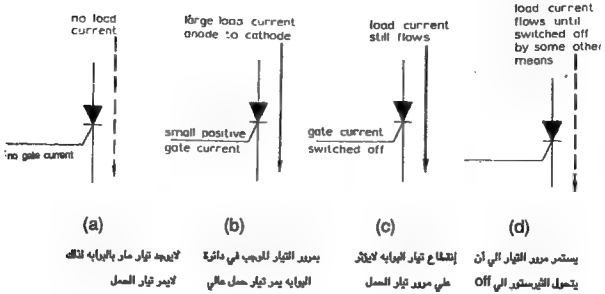
بصرف النظر عن اتجاه البطارية الموصلة بالثيرستور فإنه في الأحوال العادية لا يوصل لأن إحدي وصلاته (الوصلة الثانيه) عكسية التحيز .



شكل (١-٦٥) البناء العام للثيرستور ويظهر الي اليمين الرمز المستخدم

وعلي أي حال فإن الثيرستور يوصل فقط إذا اعطي نبضة جهد أو تيار علي البوابه بقطبيه معينه بحيث يجعل الوصلة الثانيه توصل أماميا . ويظل الثيرستور في حالة التوصيل الي ان يهبط جهد الانود الي الصفر او تتغير قطبية التوصيل بين الانود والكاثود .

وفيما يلي أسلوب عمل الثيرستور عن طريق الأشكال (١-٦٦) (a) , (b) , (c) , (d).



شكل (١-٦٦) أسلوب عمل الثيرستور

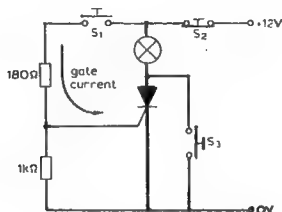
في الشكل (a) : لا يوجد تيار يمر بدائرة البوابة وبالتالي لا يمر التيار بالثيرستور .
 في الشكل (b) : يمر تيار موجب بدائرة البوابة ونتيجة لذلك يمر تيار بوابة كبير من الأنود للكاتود .
 في الشكل (c) : ينقطع امداد تيار البوابة ومع ذلك لا يزال تيار الحمل مستمرا في التدفق .
 في الشكل (d) : ينقطع تيار الحمل عندما يتحول الثيرستور الي OFF اذا هبط جهد الأنود الي الصفر أو تغيرت قطبية التوصيل .

ملاحظة : يمكن أن يتحول الثيرستور الي ON عندما يصل تيار البوابة الي حوالي ٢٠ ملي أمبير ، في بعض الأنواع .

تطبيقات الثيرستور

كما ذكرنا سابقا فإن الثيرستور يستخدم أساسا في عمليات تقويم القدرة حيث أنه يتمتع بعميزة إمكانية الفتح والقفل المحكوم بواسطة الدائرة ويظهر في شكل (١-٦٧) دائرة بسيطة توضح نظام عمله .

في هذه الدائرة يجب أن تتأكد أن الثيرستور المستخدم يستطيع احتمال تيار الحمل (load current) كما يجب تثبيت الثيرستور في مسرب حراري (heat sink) إذا كان هناك حاجة لذلك .
اضغط S1 لقدح الدائرة ثم حرره مرة أخرى تلاحظ أن اللمبة تضيء حتي بعد تحرير المفتاح S1 .
استخدم S2 أو S3 لقطع التيار المار بالثيرستور ، سوف يتحول الثيرستور الي OFF وأن يعود للعمل مرة أخرى عند إعادة المفتاح المستخدم .









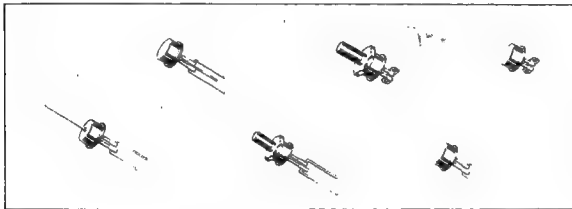
شكل (١-١٧) دائرة توضح نظام عمل الثيرستور

ملاحظات :

- بناءً علي النقاط السابق ذكرها فإن الثيرستور يعمل في أحد حالتين ، إما حالة التوصيل أو عدم التوصيل وليست هناك حالة وسيطة ، لذلك فإنه يستخدم كمفتاح .
- يوجد طريقتين لتحويل الثيرستور الي حالة التوصيل (ON) .
 - أ- أن يتعدي جهد الإمداد بين الأنود والكاثود قيمة محدده لكل ثيرستور يطلق عليها ، (break over voltage) مع عدم توصيل البوابة (gate) .
 - ب- في حالة ما إذا كان جهد الإمداد بين الأنود والكاثود أقل من الجهد (break over voltage) فإنه لايد من استخدام إشارة علي البوابة (حوالي ١,٥ فولت ٢٠ مللي أمبير) لفتح الثيرستور ON . وهذه الطريقة هي الطريقة المألوفة في النواثر حيث أن الجهد

نماذج أخرى من الثيستور

SILICON CONTROLLED RECTIFIERS					
0.25 AMP	0.5 AMP	0.8 AMP	1.0 AMP	4.0 AMP	
					



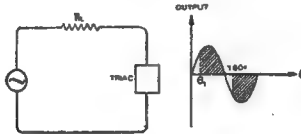


الترياك TRIAC

بين الترياك والثريستور

تعتبر المشكله الرئيسيه في الثريستور هي أنه يمكنه التوصيل في اتجاه واحد فقط ، لذلك فإنه يستخدم فقط في التحكم في القدره d.c. ، كذلك يمكن استخدامه في التحكم في انصاف الموجات التي تحيزه اماميا بالنسبه للإشارات a.c. ، وبالمطيع فإنه من المفضل وجود إمكانية التحكم في الأنصاف السالبه والموجبه معا ، وهذا هو ما يميز الترياك .

وكلمة TRIAC هي اختصار للتعبير Triode A.C Switch ، ويشير المقطع " tri " الي أن هذا العنصر يحتوي علي ثلاث أطراف وتشير الحروف AC الي إمكانية إستخدام هذا العنصر في التحكم في اشارة التيار المتردد (a.c) ، ويمكن عن طريق الرجوع الي شكل (١٨-١) تفهّم نظام عمل الترياك .



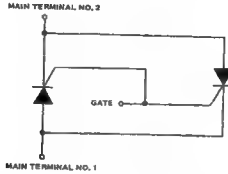
شكل (١٨-١) يستطيع الترياك أن يتحكم في الأنصاف السالبه والموجبه معا

وبالرغم من أن الترياك في الشكل السابق يظهر وله طرفان فقط إلا أنه يوجد طرف ثالث موصل بدائرة التحكم .

ويظهر في الشكل السابق كيف أن الترياك يمرر الأنصاف الموجبه من ١ الي ١٨٠° (الجزء المظلل بالشكل) . كذلك بالنسبه للأنصاف السالبه ، ويلاحظ أن هذه العمليه ليست عمليه تقويم كما في الثريستور والذي يختزل الانصاف التي تحيزه عكسيا تماما .

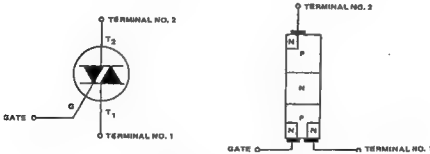
الدائرة المكافئة للثرياك

الثرياك هو مفتاح ثلاثي الأطراف ويظهر في شكل (٦٩-١) كيف أنه يحتوي علي نصفين كل منهما يعتبر ثيوسستور ، وتوصل البوابتين معا في طرف واحد (gate) أما الطرفان الآخران فهما main terminal 1 (MT1) و main terminal 2 (MT2) ويوصل هذين الطرفين بحيث يكون أنود كل منهما موصل بكاثود الآخر .



شكل (٦٩-١) الثرياك يعمله اثنان من الثيوسستور موصلان علي التوازي

ويظهر في شكل (٧٠-١) البناء الأساسي للثرياك والي جواره الرمز المستخدم للتعبير عنه .



شكل (٧٠-١) البناء الأساسي للثرياك ويظهر

الي اليسار الرمز المستخدم للتعبير عنه

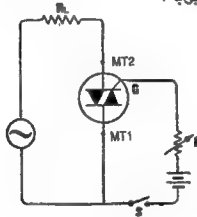
ومن رمز الثرياك يمكن أن نري أن هناك امكانية توصيله في كلا القطبيتين ومن الناحية التجارية تستطيع القول بأن الثرياك قادرا علي تداول تيارات تصل من ٥ , أمبير الي ٢٥ أمبير ويمكن أن تصل في بعض الأنواع الخاصة الي ١٠٠٠ أمبير .

نظام عمل الترياك

يظهر في شكل (٧١-١) نظام عمل الترياك من خلال دائرة تيار متردد بسيطة حيث يكون الامداد بالتيار المتردد (a.c) بين الأطراف الرئيسيه خلال مقاومة حمل R_L .

وتحتوي دائرة البوابه علي بطارية ومقاومه تحديد للتيار (R) ومفتاح (S) ، ويكون نظام العمل كالآتي :

١- عندما يكون المفتاح (S) مفتوحا فإنه لن يكون هناك تيارا مارا بالبوابه ، وفي هذه الحاله فإن الترياك يمكن أن يتحول الي ON فقط عندما يكون جهد الامداد مساويا للجهد (break over voltage) ، وعلي أي حال فإن الطريقه العاديه لتحويل الترياك ON تكون بواسطه إمرار التيار المناسب بدائرة البوابه .











شكل (٧١-١) نظام عمل الترياك






٢- عندما يغلِق المفتاح (S) فإن تيار القاعدة يبدأ في التدفق في دائرة البوابه بطريقه مماثله كما في الثيرستور وهنا نجد أن الجهد (break over voltage) يمكن أن يحكم بواسطه تحقيق تيار سليم علي البوابه والذي يحول الترياك الي ON ويسبب مرور التيار الموجب من MT2 إلي MT1 . وعندما يكون الطرف MT2 سالبا بالنسبه للطرف MT1 فإن الترياك مره أخرى يتحول الي ON ولكن التيار الموجب يمر في هذه المره من MT1 الي MT2 .

وهناك ميزة أخرى في استخدام الترياك وهي أنه بواسطة ضبط تيار البوابه علي قيمه معينه فإنه يمكن التحكم في جزء الاشارة (سواء السالب أو الموجب) المار في الحمل وهذا يسمح بضبط انتقال القبرة a.c. من المنبع الي الحمل .

نماذج من الترياك

فيما يلي نستعرض بعض النماذج المستخدمه من الترياك

4.5 AMP		10 AMP			15 AMP		
							

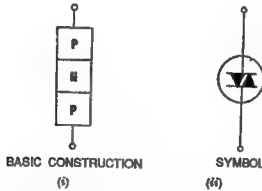
25 AMP		30 AMP		
				



الدياك DIAC

البناء الأساسي للدياك

الدياك هو عنصر له طرفين ويحتوي علي ثلاثة طبقات ، وهو عنصر ثنائي الاتجاه يمكنه التحول من حالة القطع (OFF) الي حالة التوصيل (ON) بصرف النظر عن إتجاه القطبية عبر طرفيه. ويظهر في شكل (٧٢-١) البناء الأساسي للدياك حيث يوصل طرفيه بالمناطق الموجبة (P) والمصنوعة من السليكون والمفصولة بالطبقة (N) .



شكل (٧٢-١) البناء الأساسي للدياك والي اليمين الرمز المعبر عنه

وهناك شبه واضح بين الدياك والترانزستور من حيث البناء العام ، ولكن هناك فروق أساسية

تميز الدياك عن الترانزستور منها مايلي :

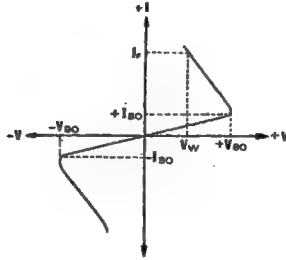
- ١- لا يوجد طرف ثالث متصل بطبقة القاعدة (base) .
- ٢- تركيز حاملات الشحنة متماثل (بخلاف الترانزستور) وذلك لكي يعطي خواص متماثلة لذلك العنصر في كلا إتجاهي التوصيل .

نظام عمل الدياك

عندما يعطي جهد سالب أو موجب عبر أطراف الدياك ، سوف يمر فقط تيار تسريب صغير جدا (I_{B0}) خلال الجهاز ومع زيادة هذا الجهد فإن تيار التسريب يواصل للتدفق الي أن يصل الي الجهد V_{BO} (break over) ، عند هذه النقطة فإن الأنهار الانهزامي للوصله الموصله عكسيا يظهر مقاومه سالبيه

، بمعنى أن التيار خلال العنصر يزداد مع نقص الجهد المعطى عليه ، عندئذ تهبط قيمة الجهد علي العنصر الي القيمة (break over) ويرمز لها بالرمز V_{bo} .

ويوضح شكل (١-٧٣) منحنى خصائص الدياك حيث نجد أنه اذا أعطي جهد موجب أقل من $V_{bo} +$ وجهد سالب أقل من $V_{bo} -$ يتدفق تيار تسريب صغير ($+I_{so}$) خلال الجهاز ، تحت هذه الظروف نجد أن الدياك يمنع تدفق التيار ويتصرف كدائرة مفتوحة ، ويطلق علي الجهود $+V_{bo}$, $-V_{bo}$ الاسم (break over voltages) وعادة ماتكون في النطاق من ٢٠ الي ٥٠ فولت .



شكل (١-٧٣) منحنى خصائص الدياك

عندما يعطى جهد سالب أو موجب يساوي أو أكبر من الجهد (break over voltages) فإن الدياك يبدأ في التوصيل ، ويتحول الجهد علي طرفيه الي عددا قليلا من الفولت .
ويستخدم الدياك أساسا في قدح (بداية تشغيل) الترياك .

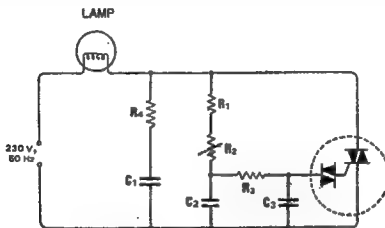
تطبيقات الدياك

- ١- دوائر خفض الأضاءة (light dimming)
 - ٢- دوائر التحكم في الحرارة
 - ٣- دوائر التحكم في سرعة المواتير عامة الأغرض
- وبالرغم من أن الترياك يمكن أن يصل الي حالة التوصيل بواسطة دائرة قدح أوميه بسيطه إلا أنه

يوجد إمكانية الفتح الأفضل والأسرع باستخدام الدياك علي التوالي مع بوابة الترياك ، ويوضح المثال التالي إستخدام هذا العنصر في دائرة خفض أضائة المصاب .

٤. دائرة خفض الإضاءة

تظهر دائرة خفض الأضائة في شكل (١-٧٤) وتستخدم في التحكم في القدرة a.c المعطاه للمبة ، مما ينتج عنه التحكم في درجة أضائتها ، ويكون التحكم الأساسي عن طريق تغيير جهد البوابه .
ويصمم الجزء R-C₁ لكي يحدد معدل إرتفاع الجهد عبر العنصر أثناء عملية الغلق (switching off)



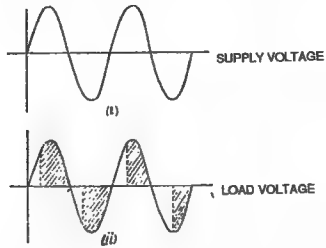
شكل (١-٧٤) دائرة خفض الأضائة باستخدام ديالك وترياك

ويكون نظام عمل الدائرة كما يلي :

- عندما يزداد جهد الدخل في الاتجاه الموجب فإن C₁ C₂ يشحنان بمعدل يحسب علي أساس قيمة R₂ ، وعندما يتعدى الجهد عبر C₃ القيمة (break over) فإن الدياك يفتح (يوصل) .
- يفرغ المكثف C₃ خلال الدياك الموصل ببوابة الترياك .

- بواسطة ضبط قيمة R₂ يمكن التحكم في معدل شحن المكثفات وبالتالي التحكم في النقطة التي يفتح عندها الترياك في جهد الدخل سواء في النصف السالب أو النصف الموجب .

- ويوضح الشكل (٧٥-١) الأشكال الموجية لجهد الدخل وجهد الخرج علي دائرة التحكم (diac - triac).

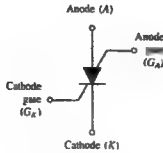


شكل (٧٥-١) الأشكال الموجية لجهد الدخل (i) وجهد الخرج (ii)



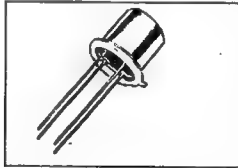
سويتش التحكم السيليكوني (SCS)

يتشابه هذا السويتش في بناءه مع الثيرستور مع وجود فرق واحد وهو أنه يحتوي علي يوابتين كما في شكل (٧٦-١) ، وهما بوابة الكاثود (Cathod gate) وبوابة الأنود (anode gate) . ويمكن أن يتحول هذا السويتش الي ON أو OFF باستخدام أي من البوابتين .



شكل (٧٦-١) سويتش التحكم السيليكوني SCS

ومن الجدير بالذكر أن سويتش التحكم السيليكوني SCS يعمل بمعدلات قدره ضعيفه عند المقارنه بالثيرستور ، ويستخدم هذا السويتش في التطبيقات الرقمييه مثل العدادات (counters) والمسجلات (registers) (وبوادر التوقيت (timing) ويوضح شكل (٧٧-١) أحد نماذج هذا السويتش .



شكل (٧٧-١) أحد الأشكال المطابقه للسويتش (SCS)



الدائرة المتكاملة . INTEGRATED CIRCUIT

تعريف الدائرة المتكاملة

هي عبارة عن مجموعة من عناصر أشباه الموصلات الدقيقة ، مصنعة في غلاف واحد وموصله داخليا بحيث تعطي دائرة كاملة .

تصنيف الدوائر المتكاملة

يمكن تصنيف الدوائر المتكاملة كما يلي :

- ١- دوائر الحجر الواحد monolithic
- ٢- دوائر الشريحة الرقيقة أو الشريحة السميكة thin film or thick film
- ٣- الدوائر المختلطة hybrid

ويمكن تصنيفها من وجهة نظر أخرى الي

- ١- دوائر متكاملة خطية linear ICs
- ٢- دوائر متكاملة رقمية digital ICs

مزايا استخدام الدوائر المتكاملة

- ١- الحجم الصغير الذي يمكن أن يصل الي $\frac{1}{4}$ بوصة مربعة .
- ٢- استهلاك قدره ضعيف بالنسبة للتوصيه الأخرى من الدوائر .
- ٣- تكلفة أقل .
- ٤- الحرارة الناتجة عنها بسيطة لذلك ليس هناك حاجة للتبريد أو التهويه .
- ٥- تعمل الدائره المتكامله بكفاءه عاليه ربما تصل الي ٥٠ مره كفاءه الدوائر العائليه .

- ٦- تعمل بسرعه عاليه حيث أن الإشارة تأخذ زمنا أقل عند انتقالها داخل الدائرة .
- ٧- عدم وجود لحامات داخليه يقلل من إحتمال حدوث فصل داخلي للأطراف حيث أن المكونات تتصل ببعضها عن طريق شرائح رقيقه من المعدن .
- ٨- أي جهاز مصنع من الدوائر المتكامله يتمتع بالمميزات التاليه
 - عدد المكونات الداخليه أقل
 - توصيلات أقل وبالتالي زمن تجميع وتصنيع أقل .

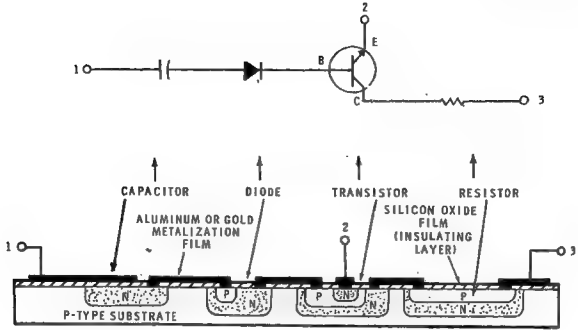
عيوب استخدام الدوائر المتكامله :

- ١- لايمكنها العمل بتيارات أو جهود عاليه بسبب صغر حجمها والا سوف تتلف أجزاها الداخليه بسبب الحرارة المتولده .
- ٢- بعض المكونات لا يمكن تصنيعها داخل دوائر متكامله مثل الملفات وتطبيقاتها .
- كما أن تصنيع المقاومات والمكثفات بالغ الصعوبه بسبب المساحه الكبيره نسبيا والتي يحتلها كل منهما داخل الدائرة المتكامله وخاصة مع القيم الكبيره .
- ٣- لا يمكن اصلاح الدائرة المتكامله عند عطب أي جزء منها مما يلزم إستبدالها بالكامل .
- ومع كل ذلك فإن العيوب البسيطه في استخدام الدوائر المتكامله يمكن تجاهلها بالنسبه للمميزات التي تتمتع بها بوضع عام .

مثال علي دائرة متكامله من النوع ثنائي القطبيه

- يمكن تصنيع المكونات الالكترونيه داخل الدائرة المتكامله بواسطة نشر المواد الشائبه في مناطق معينه من الشريحة شبه الموصله والتي يطلق عليها (substrate) .
- وتعرف عملية الانتشار (diffusion) بأنها عملية يتم فيها السماح للشوائب في صورتها الغازيه بالنفاذ الي داخل الشريحة شبه الموصله وذلك تحت درجة حراره عاليه لتكوين مناطق سالبه (N) ، وموجبه (P) بنظام معين حسب نوع الدائرة ، ويوضح الشكل (١-٧A) دائرة اليكترونيه بسيطه مصنعته

داخل دائرة متكاملة .



شكل (١-٧٨) دائرة إلكترونية بسيطة مصنعة داخل دائرة متكاملة

وتحتوي الدائرة الموضحة علي مكثف وثنائي (diode) وترانزستور NPN ومقاومه ، ويتم امداد جهود التشغيل للدائرة خلال الأطراف 3,2,1 كما بالشكل .

تصنيع المقاومه داخل الدائرة المتكامله

تعمل الشريعه الطويله من النوع (P) كمقاومه محكومہ القيمه بواسطه طولها وعرضها حيث أن زياده الطول يؤدي الي إرتفاع قيمتها بينما زياده العرض يخفض من قيمتها .
أيضا يمكن التحكم في قيمة المقاومه بواسطه التحكم في تركيز الشوائب في البلورة (p) حيث أن زياده التركيز يعطي مقاومه منخفضه والمكس صحيح .

تصنيع المكثف داخل الدائرة المتكامله

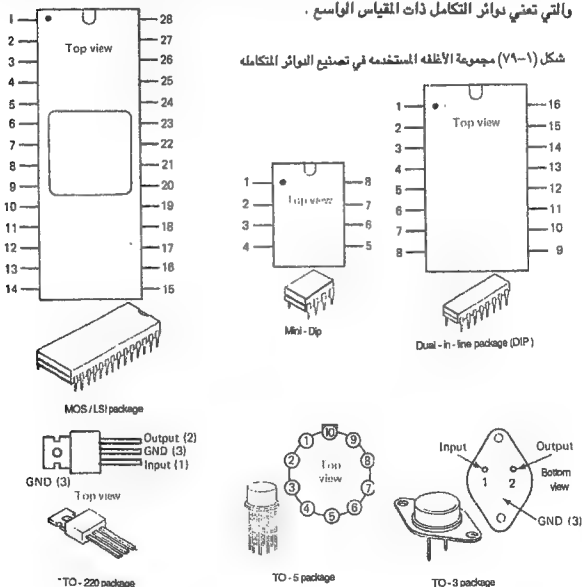
تعمل المنطقه المنتشرة من النوع (N) كلوح سقلي للمكثف ، وتعمل شريچه اكسيد السيليكون كعازل، أما اللوح العلوي للمكثف فهو عبارة عن الطبقة المعدنيه المترسبه علي سطح الطبقة الأكسيديه ، هذا

النوع من المكثفات ينسب الي مكثفات الاكسيد المعدني (metal oxide) ، وتحدد قيمة المكثف بواسطة مساحة سطح الالواح وسمك طبقة الاكسيد وثابت العزل بالنسبة لطبقة الاكسيد . وعامة فإنه ليس من الممكن إستخدام مكثفات تزيد قيمتها عن عددا قليلا من مئات اليبيكوفاراد.

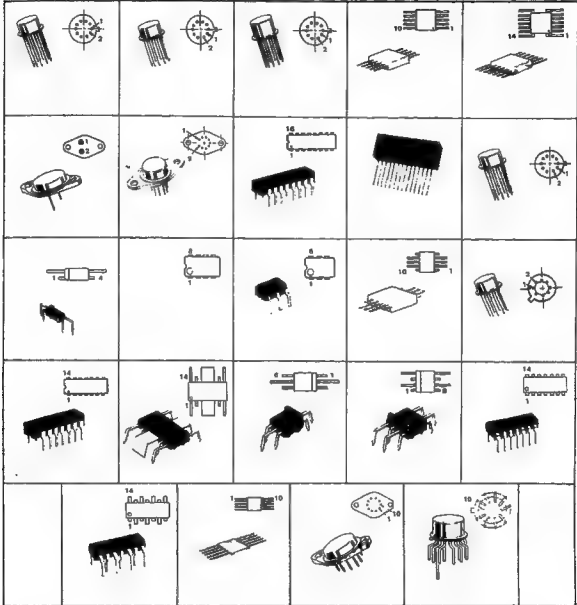
أغلفة الدوائر المتكاملة

يشرح شكل (١-٧٩) مجموعة من الأغلفة المستخدمة في تصنيع الدوائر المتكاملة ، ويستخدم النوع MOS/LSI PACKAGE للدوائر المعقدة . أما الحروف MOS فهي تشير الي الاصطلاح (Metal Ox-ide Semiconductor) بينما تشير الحروف LSI الي الاصطلاح (Large Scale Integration) والتي تعني دوائر التكامل ذات المقياس الواسع .

شكل (١-٧٩) مجموعة الأغلفة المستخدمة في تصنيع الدوائر المتكاملة



نماذج من الدوائر المتكاملة
 فيما يلي أهم أنواع الدوائر المتكاملة:
 (1) الدوائر المتكاملة الخطية (linear IC)



(ب) الدوائر المتكاملة الرقمية (digital IC)



CERAMIC PACKAGE



CERAMIC PACKAGE



CERAMIC PACKAGE



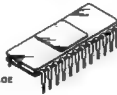
CERAMIC PACKAGE



PLASTIC PACKAGE



PLASTIC PACKAGE



CERAMIC PACKAGE



CERAMIC PACKAGE



CERAMIC PACKAGE



PLASTIC PACKAGE



PLASTIC PACKAGE



CERAMIC PACKAGE



CERAMIC PACKAGE

CERAMIC PACKAGE



PLASTIC PACKAGE

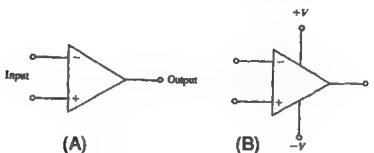


المكبر التشغيلي OPERATIONAL AMPLIFIER

تستخدم المكبرات التشغيلية أساسا في إجراء العمليات الحسابية مثل الجمع والطرح والتكامل (Integration) والتفاضل (differentiation) للإشارة ويناها علي ذلك سميت بهذا الإسم . وتصنع المكبرات التشغيلية حديثا داخل بواشر متكاملة خطية (linear ICs) ومن مميزاتها أنها تستخدم منابع إمداد ، قهره منخفضه نسبيا ذلك بالإضافة الي كثافتها العاليه ورخص ثمنها .

الرمز المستخدم للتعبير عن المكبرات التشغيلية

يظهر في شكل (٨٠-١) الرمز المستخدم للتعبير عن المكبر التشغيلي ، وهو يحتوي علي طرفين في الدخل يطلق علي أحدهما الدخل العاكس (-) ، (inverting input) والدخل الغير عاكس (+) (noninverting input) بالإضافة الي طرف واحد للخروج (output).



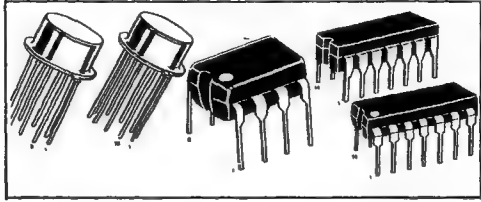
شكل (٨٠-١) الرمز المستخدم للتعبير عن المكبر التشغيلي

ويعمل المكبر التشغيلي بإستخدام متبعي إمداد لقهره ، أحدهما موجب والآخر سالب كما في شكل (٨٠-١) (B) ، وعادة فإن هذه الأطراف تهمل أثناء الرسم للتبسيط فقط مع اعتبار أنها بالطبع موجودة .

الشكل الخارجي للمكبر التشغيلي

يوضح شكل (٨١-١) بعض النماذج الحقيقيه للمكبرات التشغيلية موضحا عليها أرقام الأطراف والتي

تصل في بعض الأحيان إلى ٨ ، ١٠ ، ١٤ طرف .



شكل (٨١-١) بعض نماذج المكبرات التشغيلية

المكبر التشغيلي المثالي Ideal operational amplifier

حتى نتفهم ماهو المكبر التشغيلي سوف نقتصر الخواص المثالية له ، وهو بالطبع ان يكون بهذه المواصفات تماما ، ولكننا نقتصرها لتسهيل دراسة وتحليل هذا النوع من الدوائر .

١- كسب الجهد (voltage gain) ∞ =

٢- عرض النطاق (band width) ∞ =

٣- معاوقة الدخل (input impedance) ∞ = بمعنى (open) ، بحيث انه لا يسحب أي قدره من منبع التشغيل (driving source) .

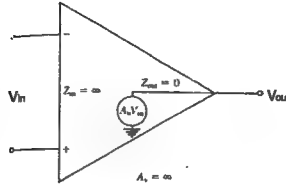
٤- معاوقة الخرج (output impedance) = صفر

وتظهر هذه الخواص مجتمعة في شكل (٨٢-١) حيث يظهر جهد الدخل V_{in} بين طرفي الدخل ونلاحظ الآتي :

- معاوقة الدخل $Z_{in} = \infty$

- معاوقة الخرج $Z_{out} = 0$

- جهد الخرج يساوي $A_v V_{in}$ حيث A_v هو كسب الجهد و V_{in} هو جهد الدخل .



شكل (٨٢-١) المكبر التشغيلي المثالي Ideal operational amplifier

المكبر التشغيلي الفعلي

بالطبع لا يمكن ان يكون المكبر التشغيلي بنفس المواصفات السابق ذكرها تماما وانما هو مثل اي عنصر اليكتروني يكون له خصائص محدودة كذلك له حدود ومقننات بالنسبة لفرق الجهد والتيار.

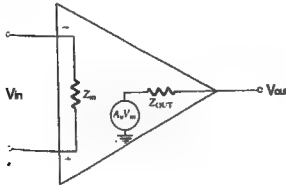
اما خواص المكبر التشغيلي الحقيقي فهي كما يلي :

- كسب الجهد (voltage gain) عالي ويمكن تخفيضه باستخدام التغذية اللفية (feed back) .
- معاوقة الدخل (input impedance) عاليه بحيث لا تتسبب في خفض المعاوقه العاليه لتابع الإشارة .

- معاوقة الخرج (output impedance) منخفضه بحيث تكون قادرة علي دفع الإشارة الحمل منخفض المعاوقه .

- عرض النطاق (band width) واسع .

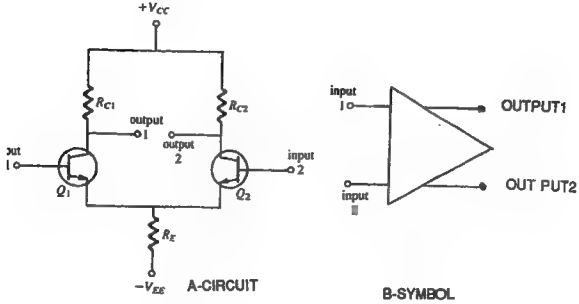
وتظهر هذه الخصائص مجتمعه في شكل (٨٣-١)



شكل (٨٣-١) الخصائص الفعلية للمكبر التشغيلي

المكونات الداخلية للمكبر التشغيلي

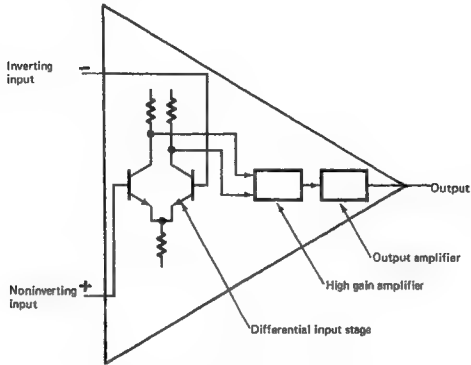
يتكون المكبر التشغيلي أساساً من مرحلتين أو أكثر من دوائر المكبر الفرقي (differential amplifier) ويظهر في شكل (٨٤-١) دائرة المكبر الفرقي والتي تحتوي على ترانزستورين Q_1 ، Q_2 ويظهر الي اليمين الرمز المستخدم للتعبير عن المكبر الفرقي (differential amplifier)



شكل (٨٤-١) دائرة المكبر الفرقي (differential amplifier) ويظهر الي اليمين الرمز المستخدم للتعبير عنها .

وحتى نستطيع أن نتخيل العلاقة بين المكبر التشغيلي والمكبر الفرقي فإن شكل (٨٥-١) يشرح هذه العلاقة حيث نجد أن المكبر الفرقي يعطي الخرج أولاً الي دائرة تكبير عاليه الكسب (High gain amplifier) يليها مكبر إخراج (output amplifier). لاحظ أيضاً الدخل العاكس (inverting input) والدخل الغير عاكس (noninverting input) وكيفية

إتصالهما بقواعد الترتيبات وأساليب الموصول علي الخرج موحدا في طرف واحد .



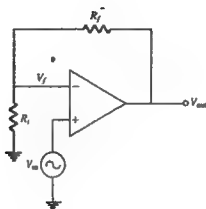
شكل (١-٨٥) المكبر الفرقي داخل دائرة المكبر التشغيلي

بعض تطبيقات المكبرات التشغيلية

(١) دائرة المكبر الغير عاكس nonInverting amplifier :

يوصل المكبر التشغيلي كمكبر غير عاكس (voltage gain controlled noninverting amplifier) كما في شكل (١-٨٦) . في هذه الدائرة تعطي إشارة الدخل علي طرف الدخل الغير عاكس ويتم ارجاع إشارة الخرج الي طرف الدخل العاكس خلال دائرة التغذية اللفية المكونه من R_f , R_i وتمثل المقاومات R_f , R_i دائرة مجزئ جهد تعمل علي تقليل جهد الخرج (V_{out}) العائد الي الدخل الغير عاكس والذي يسمى جهد التغذية اللفية ويعبر عنه بالمعادله الآتية :

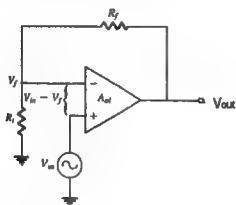
$$V_i = \left(\frac{R_i}{R_i + R_f} \right) V_{out}$$



شكل (٨٦-١) دائرة المكبر العكس

ويكون دخل المكبر التشغيلي في هذه الحالة هو الفرق بين جهد الدخل V_{in} وجهد التغذية الخلفية V_f وذلك كما هو موضح في شكل (٨٧-١) ، هذا الجهد الفرقتي يكبر بواسطة كسب المكبر التشغيلي (open loop gain) والذي يرمز له بالرمز A_{ol} لكي ينتج في النهاية جهد الخرج في الصورة التالية :

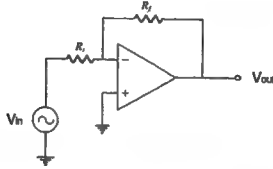
$$V_{out} = A_{ol} (V_{in} - V_f)$$



شكل (٨٧-١) نظام عمل المكبر العكس

(٢) دائرة المكبر العاكس Inverting amplifier

تشرح الدائرة الموضحة في شكل (١-٨٨) أسلوب توصيل المكبر التشغيلي كمكبر عاكس (voltage gain controlled inverting amplifier) إشارة الدخل تعطي خلال مقاومه توالي R_i علي طرف الدخل العاكس أما جهد الخرج V_{out} فهو يغذي خلفيا خلال مقاومة التغذية العكسيه R_f لتصل الي نفس الدخل (العاكس) ، أما طرف الدخل الغير عاكس فهو يوصل بالأرضي.



شكل (١-٨٨) المكبر العاكس (Inverting amplifier)

وفي نهاية تحليل هذه الدائرة سوف نصل الي النتيجة التاليه :

$$A_{cl} = \frac{V_{out}}{V_{in}} = -\frac{R_f}{R_i}$$

وتشير الاشارة السالبة في هذه الحاله الي أن المكبر عاكس للسطور

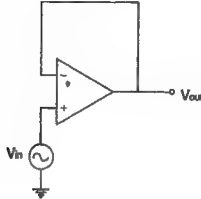
(٣) دائرة تابع الجهد voltage follower

نعتبر دائرة تابع الجهد (voltage follower) حاله خاصه من دوائر المكبر العاكس حيث يغذي جهد الخرج بأكمله خلفيا الي الدخل العاكس للمكبر التشغيلي كما في الشكل (١-٨٩). وتحقق هذه الدائرة المواصفات التاليه:

- ١- كسب الجهد (A_{cl}) يساوي ١ .
- ٢- معاوقة الدخل مرتفعه جداً

٣- معاوقة الخرج منخفضة جدا .

وطي هذا فإن هذه الدائرة تعتبر مناسبة جدا كمكبر صد (buffer) بين مصدر ذي معاوقة خرج مرتفعة (high o/p impedance) وحمل ذي معاوقة دخل منخفضة (low i/p impedance) ، وتمثل المعاوقة المرتفعة لدائرة تابع الجهد حملا كهربيا خفيفا بالنسبة لمصدر الإشارة كما أن معاوقة الخرج المنخفضة تدفع التيار بكمية كبيرة نسبيا الي الحمل .

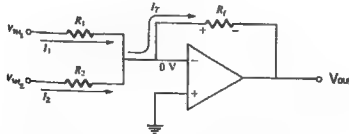


شكل (١-٨٩) دائرة تابع الجهد باستخدام مكبر تشغيلي
(operational amplifier voltage follower)

(٤) دائرة مكبر الجمع (summing amplifier)

يعتبر مكبر الجمع من أهم تطبيقات المكبر التشغيلي وتري في شكل (١-٩٠) مكبر جمع يحتوي علي طرفي دخل Vin1 ، Vin2 ، مع ملاحظة أنه يمكن استخدام أي عدد مناسب من اشارات الدخل لجمعها ، ويكون جهد الخرج هو سالب الجمع الجبري لجهود الدخل حيث نجد أن الخرج في الدائرة الموضحة يمثل بالمعادلة :

$$V_{out} = -(V_{in1} + V_{in2})$$

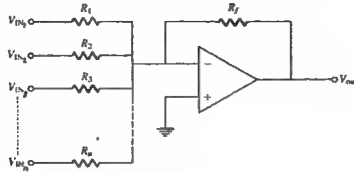


شكل (١-٩٠) دائرة مكبر الجمع باستخدام مكبر تشغيلي

ويمكننا التعبير عن الحالة العامة لأي عدد من الاضخالات وليكن (n) بالمعادلة الآتية :

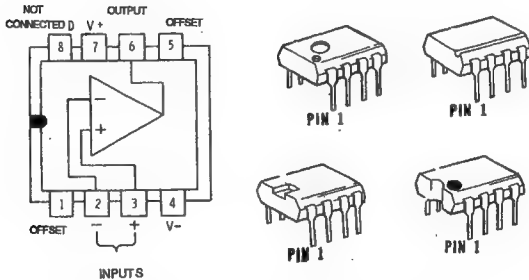
$$V_{out} = (V_{IN1} + V_{IN2} + \dots + V_{INn})$$

وتستخدم الدائرة الموضحة في شكل (٩١-١) لتمثيل مكبر جمع باستخدام عدد (n) من الاضخالات .



شكل (٩١-١) مكبر جمع لمجموعة من اشارات الدخل عددها (n)

مثال علي أحد المكبرات التشغيليه



شكل (٩٢-١) المكبر التشغيلي 741 كمثال تطبيقي علي المكبرات التشغيليه .

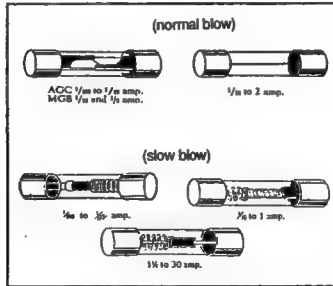
ثالثاً: أنظمة الحماية بالدوائر



المصهر FUSE

"المصهر" هو أحد المكونات الأساسية المستخدمة في حماية الدوائر الإلكترونية . ويحتوي "المصهر" علي مادة معدنية تنصهر عند درجة حراره منخفضه بحيث اذا ارتفع التيار بالدائرة عن معدل الطبيعي ترتفع معه درجة حرارة مادة "المصهر" لتنصهر وتفصل الدائرة عن خط إمداد القدره ، وهنا يجب فحص الدائرة ومعالجتها قبل استبداله .

ويظهر في شكل (١-٩٣) مجموعه من "المصهرات" تعمل بنظام (normal blow) (في الجزء العلوي من الشكل) ومجموعه تعمل بالنظام (slow blow) (في الجزء السفلي من الشكل) وسوف يوضح فيما بعد ما هو المقصود بهذه الأنظمة .



شكل (١-٩٣) الأنواع الأساسية في "المصهرات"

وعادة مايثبت "المصهر" بين خط منبع امداد القدره والملفات الابتدائيه للمحول ، اذلك فإن إنصهاره ، يفصل المحول من منبع امداد القدره .

المواصفات الفنية للمصهرات

تخضع المصهرات لثلاثة مواصفات رئيسية

١- معدل التيار

يعبر عنه بالأمبير وهو عبارة عن التيار الكهربائي الذي يستطيع "المصهر" إمراره دون أن يحترق ويتراوح هذه القيمة عادة بين ١ مللي أمبير و ٣٠ أمبير .

٢- معدل الجهد

وهو يعبر عن نقطة الجهد التي يحترق عندها المصهر لأي قيمة لتيار القصر (short circuit current) حتي ١٠٠٠٠ أمبير ، ويتراوح معدل الجهد عادة بين ٣٢ فولت ، ١٢٥ فولت ، ٢٥٠ فولت .

٣- خصائص الانصهار

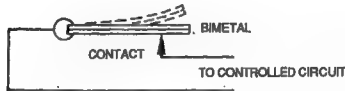
يمكن أن يعمل "المصهر" بلحد نظامين :

- (١) normal blow : في هذا النظام يحترق "المصهر" بعد حوالي ١٠ مللي ثانية من تعرضه لتيار يقدر بخمسة أضعاف المعدل الذي يعمل عليه .
- (ب) slow blow : في هذا النظام يحترق "المصهر" إذا تعرض لنفس القيمة السابقة من التيار ولكن بعد زمن قدره ثائيتين .



BIMETAL THERMOSTAT الثرموستات ثنائي المعدن

تستخدم عناصر الثرموستات ثنائي المعدن في أنظمة الحماية بالدوائر وتعتمد نظريتها على أن معدل التمدد في المعادن المختلفة يكون غير متساوي ، ويظهر في شكل (١-١٤) أحد العناصر ثنائية المعدن المبسطة حيث نجد أنه يحتوي على نوعين مختلفين من المعادن المثبتين معا . ارتفاع درجة الحرارة يسبب تمدد المعدن (A) في الشكل أكثر من المعدن (B) ، كنتيجة لذلك فإن المعدن البيني يبدأ في الانكشاف ويفتح تلامسات السويتش ، وعندما تتناقص درجة الحرارة تطلق تلامسات السويتش وتعود الدائره للتوصيل مره أخرى .



شكل (١-١٤) الثرموستات ثنائي المعدن

ويستخدم الثرموستات ثنائي المعدن بصورة واسعة لمراقبة إرتفاع درجة الحرارة وفصل الدائره عند الدرجة المناسبه .

وعندما يستخدم الثرموستات كقاطع دائره ، فإن الدائره تصمم بحيث تعود للتوصيل مره أخرى بمجرد زوال سبب إرتفاع درجة الحرارة .

رابعاً : العناصر الضوئية

خصائص الضوء

يعرف الضوء طبقاً لأحدث النظريات بأنه عبارة عن حزم محدده من الطاقة تسمى فوتونات photons، وتعتمد الطاقة الكامنه في الفوتون علي تردد الضوء ، ويعبر عنها بالمعادله التاليه:

$$E = hf$$

حيث : E الطاقة

f التردد

h ثابت بلانك وقيمته 6.62×10^{-34} جول ثانيه

ويمكننا من المعادله السابقه أن نلاحظ أن الطاقة الضوئيه ترتبط مباشرة بالتردد ، بحيث كلما ازداد التردد تزداد معه الطاقة الضوئيه والعكس صحيح .

ويعبر عن الطول الموجي بالعلاقه

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

حيث λ الطول الموجي (بالمتر)

c سرعة الضوء (وتساوي 3×10^8 م/ثانيه)

f التردد (بالهرتز)

وعادة مايعبر عن الطول الموجي بالأنجستروم (Å) حيث :

$$1 \text{ Å} = 1 \times 10^{-10} \text{ meter}$$

وتقاس كمية الضوء الصادر من أي منبع ضوئي بالليومن (lumen) ويرمز له بالرمز (lm) ويعبر عن شدة الضوء بأنها كمية الطاقة الساقطه علي مساحه محدده ووحداتها ليومين / lm/m^2 .

أو foot candles (fc) watt/m^2

وتستخدم العلاقه التاليه في ربط هذه الوحدات معا :-

$$1 \text{ f.c} = 10.764 \text{ lm/m}^2 = 1.609 \times 10^{-8} \text{ w/m}^2$$

وهناك وحدة قياس أخرى يمكن استخدامها وهي الوحدة العيارية الدولية ويطلق عليها (لكس) (lux)
حيث :

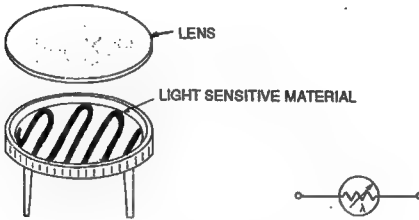
$$10.76 \text{ lux} = 1 \text{ fc}$$



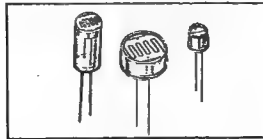
PHOTO CONDUCTIVE CELL خلية التوصيل الضوئي

هي عبارة عن عنصر مصنع من أشباه الموصلات تتغير مقاومته طبقاً لشدة الضوء الساقط على مادته الحساسة ويكون هذا التغير بعلاقة عكسية ، ويظهر في شكل (١ - ٩٥) أحد أنواع هذه الخلايا والتي جوارها الرمز المستخدم للتعبير عنها .

وتعرف هذه العناصر أيضاً باسم خلايا الاحساس الضوئي (photo sensitive cells) أو لمقاومه الضوئية (photo resistors)



شكل (١ - ٩٥) خلية التوصيل الضوئي والتي اليمين الرمز المستخدم للتعبير عنها ويشير الحرف λ التي أن المقاومة تتغير مع الضوء ، أما الجزء الأثمناني الظاهر في الشكل فهو عبارة عن مادة خاصة من أشباه الموصلات تتناقص مقاومتها مع زيادة شدة الضوء الساقط عليها . ويتصل طرفي الخلية بنهايتي الجزء الأثمناني وتغطي بعنسه كما بالشكل ، كما تظهر في شكل (١ - ٩٦) بعض النماذج المطابقة من هذه الخلايا .



شكل (١ - ٩٦) بعض نماذج خلية التوصيل الضوئي

وتصنع هذه الخلايا عادة من مركبات الكاديوم مثل Cadmium sulfide (cds) أو Cadmium selenide (cdse) وتستخدم هذه الخلايا في أجهزة القياسات الضوئية والكاميرات وأعمال الحصر عندما يتحرك الشيء المراد حصره بسرعة أمام الخلية بحيث يقطع الشعاع الضوئي ، كما تستخدم في فتح الابواب آليا وما شابه ذلك من التطبيقات .

ملاحظات هامة :

- يمكن أن يصل نصف قطر الخلية من ٢٥ , بوصة الي بوصة واحدة أو أكثر .
- من عيوب استخدام هذه الخلايا أن لها ذاكرة ضوئية بحيث تتأثر بالحالة الضوئية السابقة حتي بعد تلاشيتها .
- يمكن أن تصل مقننات الجهد الذي تعمل عليه هذه الخلايا الي ٢٠٠ فولت (d.c) وتصل القدرة المبددة بواسطتها الي ٢٠٠ ملي وات .
- لا تحتوي هذه الخلايا علي طرف سالب وطرف موجب ، ولذا فهي ثنائية الاتجاه وتعطي نفس قيمة المقاومة في الاتجاهين لذلك يمكنها العمل مع التيار المستمر أو التيار المتردد .



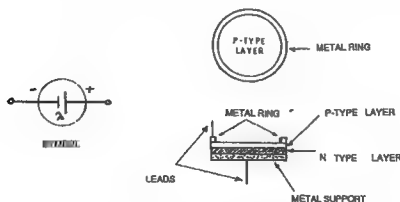
الخلية الشمسية solar cell

يعتمد عمل الخلية الشمسية علي مبدأ تحويل الطاقة الضوئية الي طاقة كهربيه مباشره و عندما تتعرض الخلية الشمسية للضوء يتولد جهدا علي طرفيها يزداد مع إزدياد شدة الضوء

البناء العام للخلية الشمسية و نظريه عملها

تصنع هذه الخلايا من مادة السيليكون أو السيليونيوم ، وتكون خلايا السيليكون عالية الكفاءة قدر ٢٥ مره مثلتها في خلايا السيليونيوم ، و المقصود بالكفاءة هنا قيمه الطاقة الكهربيه المأخوذه من العنصر بالنسبه لمقدار الطاقة الشمسيه الساقطه علي الخلية .

وتتكون الخلية الشمسيه الأساسيه من ماده شبه موصله من النوع (N-) والنوع (p) لتكون وصله P-N . ويكون السطح السفلي للخلية بعيدا عن الضوء كما في شكل (١ - ٩٧) فيغطي بطبقه موصله و التي توصل بأحد أطراف الخلية . و تكون مساحة السطح العلوي واسعه بقدر الامكان لتحقيق أعلي نسبه تعرض لأشعه الشمس و بها تلامس صغير يؤدي إلي الطرف الثاني للخلية .

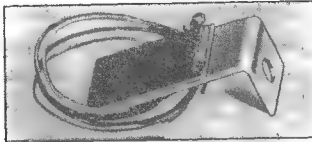


شكل (١ - ٩٧) الخلية الشمسيه و الي اليسار الرمز المستخدم للتعبير عنها

و عندما تسقط أشعه الشمس خلال الماده شبه الموصله فإن الفوتونات تمتص و تخترق السطح المعرض لأشعه الشمس هذا مما يدفع العديد من الالكترونات التي إمتصت طاقه هذه الفوتونات لأن تتحرر وتكون أزواجاً من الالكترونات والفجوات

هذه العملية تخلق مجالاً كهربياً عبر الوصلة بواسطة الأيونات الموجبة والسالبة التي نتجت ليظهر بذلك الجهد الكهربائي عبر الوصلة .

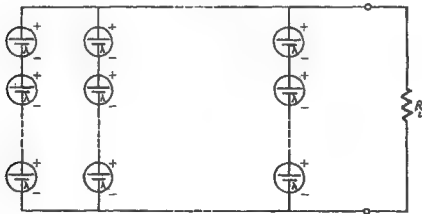
ويظهر في شكل (١ - ٩٨) أحد النماذج المستخدمة من هذه الخلايا والتي تستخدم في أجهزة قياس الضوء حيث نجد أن الجهد الصادر عنها يعتمد علي كمية الضوء الساقط عليها .



شكل (١ - ٩٨) أحد نماذج الخلايا الشمسية

معدلات الخلية الشمسية

تحتاج مثل هذه العناصر الي مستويات ضوء عاليه لكي تعطي قدره خرج صالحة للاستخدام ، ويمكن أن تعطي الخلية حوالي ٤٥ ، فوات وذلك عند استخدامها في دائرة مفتوحة (غير موصلة بحمل) كما يمكن الحصول علي تيار حمل يصل الي ٦٠ مللي أمبير عند تحميلها .
وعموماً فإنه عن طريق توصيل عدداً كبيراً من هذه الخلايا علي التوالي والتوازي كما في الشكل (١ - ٩٩) يمكن الحصول علي جهود و تيارات عاليه نسبياً .

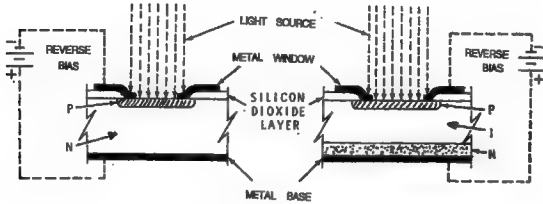


شكل (١ - ٩٩) توصيل الخلايا علي التوالي والتوازي لتحقيق جهود و تيارات اعلي



الثنائي الضوئي Photo diode

هو أحد النواثر الحساسه للضوء و الذي يستخدم وصله ثنائي P-N أساساً لعمله . و يصنع هذا العنصر من مادة السيليكون كما في شكل (١ - ١٠٠) حيث يتم انتشار المنطقة الموجبه (P) داخل قاعده من النوع السالب (N) و ذلك خلال فتحه دائريه داخل منطقه ثاني اكسيد السيليكون المشكله علي سطح القاعده (N) .



شكل (١ - ١٠٠) البناء الاساسي لنوعي الثنائي الضوئي

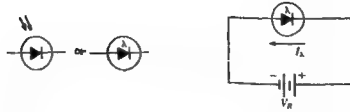
بعد ذلك يتم تشكيل حلقه معدنيه أو نافذه علي منطقه ثاني اكسيد السيليكون (metal window) عن طريق عمليه التبخير و التي تعمل علي إتمام التلامس الكهربى بالمنطقه (p) بالاضافه الي انها تعمل كقطب يمكن توصيل الطرف الداخلى به ، و تتحكم هذه النافذه ببقه في المنطقه التي تستقبل أو تستجيب للضوء .

بعد ذلك تشكل قاعده معدنيه علي المنطقه السالبه (N) تعمل مكان القطب الثاني و الذي يوصل به الطرف الآخر .

و عندما يتعرض الثنائي الضوئي للضوء فإنه يتولد جهد خرج بين طرفيه (قطبيه) تتغير قيمته مع شدة الضوء الساقط علي السطح الموجب .

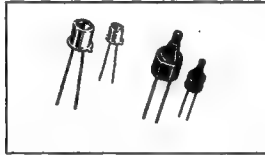
و يوصل الثنائي الضوئي عكسياً (reverse) في الدوائر كما في شكل (١ - ١٠١) و يظهر الي

جواره رمزا آخر يستخدم للتعبير عنه بخلاف الرمز المستخدم بالدائرة .



شكل (١٠١ - ١) توصيل الثنائي الضوئي و الي اليسار الرمز المستخدم للتعبير منه

كما يظهر في شكل (١٠٢ - ١) بعض النماذج و الأشكال الحقيقيه للثنائي الضوئي

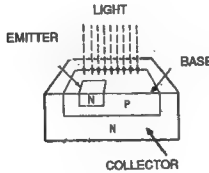


شكل (١٠٢ - ١) بعض النماذج الحقيقيه للثنائي الضوئي



الترانزستور الضوئي Photo transistor

يشابه في تكوينه الترانزستور العادي وتكون الوصلة بين المجمع (collector) و القاعدة (base) أكثر حساسية للضوء حيث يتم إسقاط الضوء عليها خلال عدسة في الغلاف الخارجي .
عندما لا يكون هناك ضوءاً يسقط على الوصلة ، يمر تيار تسريب ضعيف جداً I_{so} من المجمع (collector) الي المشع (emitter) يطلق عليه تيار الاظلام (dark current) ويكون في نطاق النانو أمبير ، وعندما يسقط الضوء على الوصلة بين المجمع و القاعدة يظهر تيار القاعدة I_A والذي يتناسب طردياً مع كثافته الضوء الساقط فيسبب مرور تيار المجمع والذي يتناسب مع تيار القاعدة .
و يوضح شكل (١ - ١٠٣) البناء العام للترانزستور الضوئي .



شكل (١ - ١٠٣) البناء العام للترانزستور الضوئي

ملاحظته

يمكن أن يوجد الترانزستور الضوئي في أحد صورتين :

١ - نموذج يحتوي علي ثلاثة أطراف ، و هنا يمكن استخدامه كترانزستور عادي له حساسية للضوء أو بدون .

٢ - نموذج يحتوي علي طرفين بدون طرف للقاعدة ، و يمكن أن يعمل فقط بواسطة الضوء .
و يظهر في شكل (١ - ١٠٤) بعض النماذج الحقيقية من الترانزستور الضوئي و الي جوارها

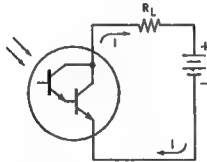
الرمز المستخدم للتعبير عنه .



شكل (١-٤) أشكال الترانزستور الضوئي والتي جوارها الرمز المستخدم

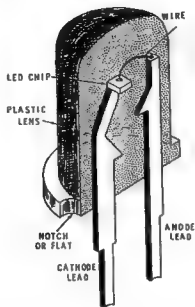
الفوتودايانجتون

هو عبارة عن ترانزستور عادي موصل بترانزستور ضوئي كما في شكل (١-٥) ، وهذا النوع من التوصيل يعطي حساسية اعلي حيث أن كسب الترانزستور الضوئي مضروباً بكسب الترانزستور العادي يعطي تيار خرج عالي ، هذا مع ملاحظة أن استجابته في هذه الحالة بالنسبة لتغيرات الضوء تكون أكثر بطئاً .



شكل (١-٥) الفوتودايانجتون

ويوضح شكل (١-١٠٨) قطاع في التغليف النهائي للثنائي L.E.D. ويُرى فيه الشريحة (LED CHIP) الموضحة في الشكل السابق مثبتة في أحد الأطراف كما يظهر الغلاف الخارجي المصنوع علي شكل عدسة بلاستيكية (plastic lens) يبرز منها طرفي الثنائي ، الأنود (anode) والكاثود (cathod) .



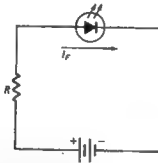
شكل (١-١٠٨) قطاع في التغليف النهائي للثنائي L.E.D



ثنائي الانبعاث الضوئي Light Emitting Diode

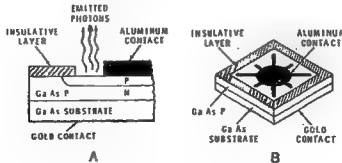
يعرف هذا النوع من الثنائيات بالحروف الأولى من اسمه وهي L.E.D. وهو يعمل بطريقة مختلفة عند مقارنته بكل العناصر الضوئية السابقة ، فبينما نجد أن الثنائي الضوئي (photo diode) يمتص الطاقة الضوئية ويعطي إشارة كهربية فإن الثنائي L.E.D. يشع الضوء عندما يثار بإشارة كهربية .

ويوصل الثنائي L.E.D. كما في شكل (١ - ١٠٦) في الاتجاه الأمامي (forward) وتعتمد نظرية عمل هذا الثنائي على أن الإشارة الكهربائية المطبقة له عن طريق التوصيل الأمامي تعمل على تحريك حاملات الشحنة مما يؤدي إلى تولد فوتونات حررة تتبع في كل الاتجاهات مسببة إشعاع الضوء



شكل (١ - ١٠٦) توصيل الثنائي L.E.D. بالدائرة

ويوضح شكل (١ - ١٠٧) الأسلوب المستخدم في تصنيع شريحة الثنائي L.E.D. ويرى فيها النافذة التي تتبع منها الأشعة الضوئية عند تشغيله ويظهر في شكل (A) قطاع توضيحي ، أما الشكل (B) فيوضح الشريحة كاملة ويظهر فيها تلامسات النحاس (العلوية) وتلامسات الذهب (السفلية) .



شكل (١ - ١٠٧) البناء العام للثنائي L.E.D.



الثيرستور الضوئي LASCR

يعمل الثيرستور الضوئي (Light Activated SCR) كما الثيرستور العادي تماما مع فرق واحد وهو أنه يمكن قذفه بواسطة الضوء .

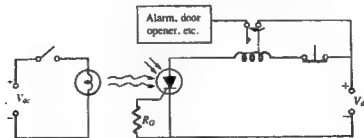
وتحتوي معظم هذه العناصر على طرف بوابة قابل للقدح أيضا بواسطة نبضه كهربي كما في الثيرستور العادي . ويظهر في شكل (١ - ١٠٩) الرمز المستخدم وكذلك بعض الاشكال الحقيقية للثيرستور الضوئي .



شكل (١-١٠٩) بعض النماذج الحقيقية من الثيرستور الضوئي .

ويظهر الي جوارها الرمز المستخدم

ويستجيب الثيرستور الضوئي جيدا للضوء عندما يكون طرف البوابة مفتوحا ، ويمكن وضع مقاومه من الكاثود للبوابة (gate) لتقليل حساسية الضوء ويوضح شكل (١٠٩-١) استخدام الثيرستور الضوئي في تشغيل دائرة المتابع (relay) حيث تستخدم اللمبة في امداد الثيرستور بالضوء اللازم لتشغيله وهنا فإن تيار الانود يقوم بشحن المتابع وقل تلامساته .



شكل (١٠٩-١) أحد الدوائر التطبيقية للثيرستور الضوئي



ثنائي الليزر LAZER DIODE

تتكون كلمة LAZER من الحروف الأولى للاصطلاح :

Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation والتي تعني "التكبير الضوئي بواسطة الأشعاع المستحث" ، ويتميز ضوء الليزر بأنه يحتوي على طول موجي واحد بخلاف الضوء الصادر عن الثنائي L.E.D .

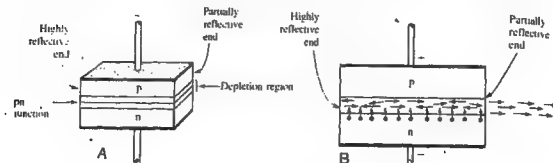
ويبدأ ثنائي الليزر في إشعاع الضوء المتناسك (نو الطول الموجي الواحد) (Coherent) عند تيار معين أما تحت هذا التيار فإنه يتصرف كما الثنائي L.E.D ، بمعنى أنه يعطي ضوءاً غير متناسك (Incoherent)

البناء العام ونظرية العمل

كما في شكل (١-١١) نجد أن ثنائي الليزر عبارة عن وصلة P-N مصنوعة من المادة gallium arsenide ويحتوي على سطحين أحدهما عاكس بشدة والثاني عاكس جزئياً ، عندما يوصل الثنائي فإن حاملات الشحنة تتحرك ويبدأ تحرير الفوتونات كما في الثنائي العادي .

الفوتونات المتحررة تصطدم مع فوتونات أخرى ، ومع زيادة التيار الأمامي فإن الفوتونات تزداد أيضاً ويزداد معدل اصطدامها ، لتبدأ بعد ذلك في الارتطام بالأسطح العاكسة وتولد فوتونات أخرى جديدة مع كل مره تصطدم فيها مع السطح العاكس .

بعد فترة يتكون شعاع رفيع جداً وقوي من ضوء الليزر ، يمكنه النفاذ من السطح العاكس جزئياً (partially reflective) ، ولاحظ أن كل الفوتونات المنبعثة يكون لها نفس الطاقة والتردد والطور وبذلك نحصل على الضوء ذو الطول الموجي الواحد (coherent light)



شكل (١-١١) (A) البناء العام لثنائي الليزر

(B) نظرية عمل ثنائي الليزر

وفي نهاية هذا الجزء نستعرض بعض أشكال العناصر الضوئية المستخدمة في النواثر الالكترونية:

LAMPS

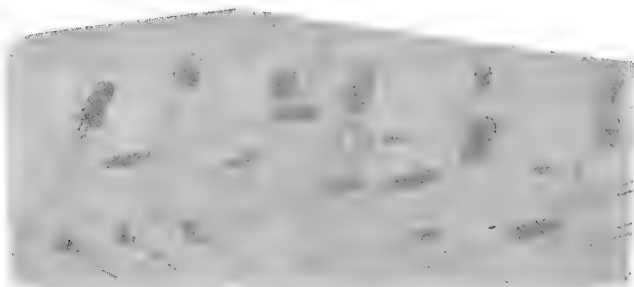


PHOTO DIODE MODULES



PHOTO TRANSISTORS

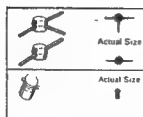
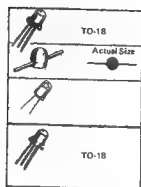
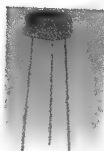
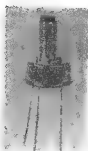


PHOTO DIODES



الباب الثاني
الوسائل المستخدمة للتعرف علي المكونات الاليكترونيه

COMPONENT IDENTIFICATION

الوسائل المستخدمة للتعرف علي المكونات الاليكترونيه
يحتاج العاملین بمجال الاليكترونيات بوضع عام الي التعرف علي بعض النقاط الاساسيه الخاصه
بالمكونات الاليكترونيه وأسلوب تمييزها وتوصيلها ، وتتلخص هذه النقاط فيما يلي :

١- التعرف علي المكونات الاليكترونيه من مظهرها الخارجي .

٢- قراءة قيمة العنصر .

٣- الطريقه الصحيحه لتوصيل العنصر بالدائره .

٤- الرموز المستخدمه للتعبير عن المكونات الاليكترونيه بالنواثر .

وفيما يلي نناقش هذه النقاط بليجاز

١- التعرف علي المكونات الاليكترونيه من مظهرها الخارجي

وقد استعرضنا خلال صفحات هذا الكتاب المظهر الخارجي لغالبيه العناصر الاليكترونيه ، ويلاحظ أن
شكل العنصر يختلف باختلاف الشركة المنتجه والمقننات التي يعمل عليها ذلك العنصر

٢- قراءة قيمة العنصر

هناك ثلاثة طرق تستخدم للتعبير عن قيمة العنصر

أ- القيمه المطبوعه علي العنصر: فنجد علي سبيل المثال أن معظم البطاريات تحتوي علي مقدار الجهد
الماخوذ منها في صورة رقم مطبوع علي الغلاف الخارجي للبطاريه .

ب- كود الألوان : وهي أحد الطرق المألوفه في التعبير عن قيمة العنصر وذلك كما في الطريقه المتبعه
في تحديد قيم المقاومات للونيه .

ج- رقم الصنف : هو عبارة عن رقم مطبوع علي الغلاف الخارجي للعنصر ، وهذا الرقم يدل علي
خصائص العنصر والتي يمكن الكشف عنها في الكتب الفنيه

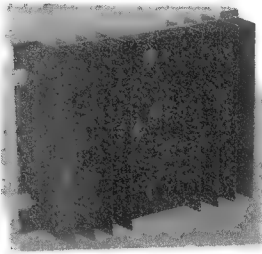
٣- الطريقه الصحيحه لتوصيل العنصر

هناك بعض المشاكل الرئيسيه التي يمكن أن يتعرض لها أثناء استخدام المكونات الاليكترونيه يمكن
تلخيصها فيما يلي :

أ- بعض المكونات تكون مستطليه ، بمعنى أن لها طرف سالباً وآخر موجياً ، ويجب مراعاة التوصيل
الصحيح لمثل هذه المكونات في الدوائر ولا تعرضت للتلف وإختل عمل الدائره كلها ، كذلك هناك
بعض المكونات مثل الثيرستور أو الترانزستور تحتوي علي أكثر من طرفين ، في هذه الحاله يجب

التعرف علي كل طرف قبل توصيله .

ب- بعض المكونات يمكن أن تتلف أثناء عملية اللحام بسبب الحرارة العاليه ، مثل هذه المكونات يجب حمايتها باستخدام كابوة لحام مناسبة (منخفضة القدرة) ، كذلك يمكن إستخدام الشرائح المعدنيه كوسائل لتسريب الحرارة بواسطة تثبيت العنصر عليها عند لحامه بالدائره ويوضح الشكل التالي أحد نماذج هذه الشرائح.









شكل (١-٢) أحد نماذج الشرائح المعدنيه المستخدمه لتبريد المكونات

ج- بعض المكونات تكون حساسه في تكوينها البنائي ويجب تداولها برفق حتي لا تتلف .






٤- رموز المكونات الاليكترونيه

يشرح الجدول التالي أهم المكونات الاليكترونيه المستخدمه من حيث الرمز المستخدم للتعبير عنها ، عدد أطرافها ، وأسلوب قراءة قيمتها وأخيرا الملحوظات الأساسيه أثناء توصيلها في الدوائر. تلاحظ في هذا الجدول أنه يمكن في بعض الأحيان استخدام أكثر من رمز للتعبير عن العنصر ، وفي العمود الخاص بالتعرف علي قيمة العنصر يذكر ما إذا كان التعرف عليه بواسطة الرقم أو كود الألوان أو معدلات التيار والجهد الذي يعمل عليها هذا العنصر .

اسم العنصر	الرمز المستخدم	عدد الأطراف	التعرف علي قيمة العنصر	ملحوظات علي أسلوب العمل
خليه		٢	بالرقم	مستقطب (polar)
بطارية		٢	بالرقم	مستقطب (polar)
مقاومه		٢	كود الألوان أو الرقم المكتوب	
مقاومه متغيره		٣	بالألوان أو الرقم المكتوب	لها طرفان خارجيان متماثلان وطرف أوسط مختلف
مكثف		٢	بالألوان أو الرقم المكتوب	
مكثف كيميائي		٢	بالألوان أو الرقم المكتوب	مستقطب
مكثف متغير		٢	بالرقم المكتوب	
محث (inductor)		٢	بالرقم المكتوب	في بعض الأحيان تكون ثقيله ويجب تثبيتها جيدا في الدائرة
ثنائي (diode)		٢	برقم الصنف	مستقطب وحساس للحراره
ترانزستور		٣	برقم الصنف	يجب التعرف علي أطرافه الثلاثه والالتزام بتوصيل كل طرف في مكانه ، كذلك فهو حساس للحراره
محول		متغير	بالرقم ، قيمة الدخل والخرج	عادة يكون ثقيل جدا ويحتاج الي تثبيته في الدائره ، ويجب عزل الأطراف ذات الجهد العالي كذلك يجب التمييز بين أطراف الدخل والخرج
أميتر		٢	أقصى قراءة علي المؤشر والحساسيه	مستقطب

اسم العنصر	الرمز المستخدم	عدد الأطراف	التعرف على قيمة العنصر	ملحوظات على أسلوب العمل
فولتميتر		٢	أقصى قراءة على المؤشر والحساسية	مستقطب
مقاومة تابعة الضوء L.D.R		٢	رقم الصنف	في بعض الأحيان تكون حساسه جدا ويجب تكاؤها بعنايه
ثنائي الأتبعات L.D.R الثنائي		٢	رقم الصنف واللون	مستقطبه وحساسه لحراره
سماعه loud speaker		٢	رقم الصنف الأم و قدرة الخرج	
ميكروفون		٢	رقم الصنف	
مصهر (فيوز)		٢	قيمة التيار ورقم الصنف	
مفتاح (SW) push-to make SW push-to-break SW change over SW		٢ ٢ ٢ ٣	يحدد عادة بالقسمي جهد مسموح وأقصى تيار يمكنه المرور به	يجب تحديد أطرافه
تقاطع أسلاك دون توصيل				
تقاطع أسلاك مع وجود نقطة لحام				
خلية شمسيه photo voltaic cell		٢	رقم الصنف	مستقطبه
أرضي عمومي				

اسم العنصر	الرمز المستخدم	عدد الأطراف	التعرف علي قيمة العنصر	ملاحظات علي أسلوب التوصيل
كابل معزول. isolated cable				
أرضي الجهاز (الشاسيه)				
قاطع دأئره circuit breaker				
مفتاح دوار متعدد الأوضاع multiple position		طبقا لعدد الأوضاع		
thermocouple إزدواج حراري		٢		
موتور (تيار مستمر) d.c motor		٢	جهد التشغيل	
موتور (تيار متردد) a.c motor		٢	جهد التشغيل	
مولد (تيار مستمر) generator (d.c)		٢	جهد الافراج وجهد التشغيل	
ملف متغير (variable coil)		٢	قيمة الحث وحدود التخير	
لمبة إشاره (signal lamp)		٢	جهد التشغيل ورقم الصنف	
ترانزستور التأثير الجالبي FET TRANSISTOR N-CHANNEL		٣	يرقم الصنف	

اسم العنصر	الرمز المستخدم	عدد الأطراف	التعرف على قيمة العنصر	ملاحظات على أسلوب التوصيل
ترانزستور التأثير المجالي FET TRANSISTOR P-CHANNEL		٣	يرقم الصنف	
ثنائي زينر Zener diode		٢	يرقم الصنف	
موحد التحكم السيليكوني (الثيرستور) S.C.R		٣	يرقم الصنف	
الترياك TRIAC		٣	يرقم الصنف	
ثنائي الانبعاث الضوئي LED		٢	يرقم الصنف	

الباب الثالث
مبادئ وأسس لحام المكونات الاليكترونية
وعمل الدوائر المطبوعة

**SOLDERING &
PRINTED CIRCUITS**

مبادئ وأسس لحام المكونات الأليكترونيه

مقدمه

تعتبر عملية اللحام في الدوائر الأليكترونيه من أهم العوامل التي تؤثر علي أداء الدائره وقماليته ، كذلك تتحكم الي حد كبير في زمن بقاء الدائره وإطالة عمرها الافتراضي وخاصة إذا كانت بعض المكونات الأصلية بالدائره قد تم استبدالها .

وفي الجزء التالي نوضح بعض الاعتبارات الهامه في أسلوب تثبيت المكونات الأليكترونيه بواسطة اللحام والحفاظ عليها سليمة حتي يتم تثبيتها ، وكذلك أسلوب فك المكونات الأليكترونيه من علي اللوحات مع المحافظه علي لوحة التوصيل والعناصر دون إتلافها .

بعض الإعتبارات التي يجب مراعاتها أثناء التوصيل علي اللوحات (bread board) - لا تحاول انخال الأطراف السميكة في ثقب اللوحه بالقوه والذي يمكن أن يجعلها غير محكمه بحيث لاتصلح فيما بعد لتوصيل الأطراف الرفيعه ، ويمكنك في هذه الحاله توصيل الطرف السميكة بأخر رفيع عن طريق اللحام ثم تثبيته في اللوحه .

- حاول توزيع المكونات علي اللوحه (board) بطريقه مشابهه للدائره التي تتلفها بقدر الامكان حتي يسهل عليك تتبعها فيما بعد .

- لاتعتمد الي لف اطراف الأسلاك معا حيث يمكن أن يكون التوصيل في هذه الحاله شبه متقطع وإنما إستخدم كاويه لحام .

- يجب أن تكون أطراف المكونات قصيره بقدر الامكان لمنع حدوث قصر وللحفاظ علي أفضل أداء للدائره .

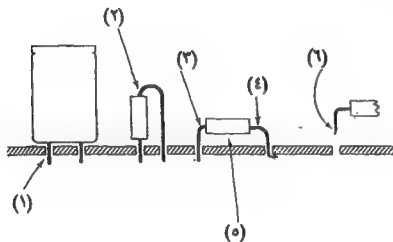
تثبيت المكونات الأليكترونيه

بالرجوع الي شكل (٣-١)

- يجب توصيل المكونات أفقيا علي لوحة التوصيل هذا إذا لم يكن تصميم العنصر نفسه يوجب توصيله رأسيا . انظر (١) ، (٥) شكل (٣-١) .

- لاتثن طرف العنصر من أقصى نهايته كما في (٣) وإنما يجب ترك مسافه لتثبيت طرف الاختبار كما في (٤) .

- يجب الحفاظ علي مسافة بضع ملليمترات بين العنصر واللوحة أثناء تثبيته كما في (٥) حتي تسمح بمرور الهواء للتبريد وخاصة اذا كان العنصر يعمل عند اقصى قدره له .
- عند استبدال عنصر بالدائرة فإن طرف العنصر الجديد يجب أن يقطع بزوايه تاركا نقطه حاده لسهولة إدخاله بالثقب والذي من المحتمل أن يكون مسدودا جزئيا من اللحام السابق كما في (٦) .
- يجب تثبيت المكونات التي تزن أكثر من ١٠ جرام بوسائل أخرى خلاف اللحام مثل المشابك أو وسائل الربط المختلفه.



شكل (١-٣) الاعتبارات الواجب مراعاتها أثناء تثبيت المكونات علي لوحة التوصيل

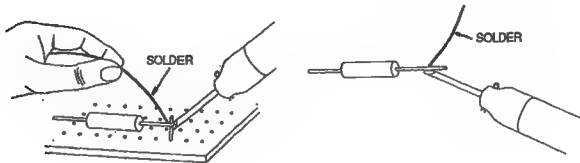
اعتبارات هامة في عملية اللحام

يعتمد اللحام الجيد أساسا علي درجه تسخين مادة اللحام والطرف المطلوب لحامه ، حيث تستخدم الكاوية في صهر مادة اللحام ثم ترفع سريعا .

- يجب الاحتفاظ بكاوية اللحام ساخنة (موصله بالقدرة) طوال فترة العمل بالدائره وليس بصوره متقطعه أثناء عملية اللحام .

- قبل البدء في اللحام يجب أن تتأكد من نظافة طرف الكاوية من أي مادة لحام سابقة كذلك يجب أن تكون الأطراف المطلوب لحامها نظيفة .

- يوضح شكل (٢-٣) كيف أن إنصهار مادة اللحام يتم بواسطة لمس طرف العنصر نفسه بالكاوية (وليس مادة اللحام) مع وجود مادة اللحام في الجهة الأخرى ، أي أنه لا يجب أن يكون هناك تلامس مباشر بين طرف الكاوية ومادة اللحام.



شكل (٢-٣) الأسلوب الصحيح لصهر مادة اللحام

- تأكد أن جميع الوصلات قوية ميكانيكيا حيث أن الغرض الأساسي من اللحام هو تحقيق توصيلية جيدة بين الأطراف.

- لا تستخدم مادة اللحام بكمية كبيرة حيث أن أقل كمية تكفي .

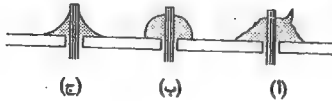
- لا تستخدم الكاوية في تشكيل نقطة اللحام حيث أن درجة الحرارة السليمة واتباع التعليمات المذكورة يعطي شكلا جيدا للحام دون أن تتدخل .

- أثناء اللحام إخفض الكاوية برفق على طرف اللحام حيث أن التلامس الخفيف يؤدي الي عدم انتقال حراره كافي .

- حاول زيادة مساحة التلامس بين الكاوية والطرف المطلوب لحامه بقدر الامكان .

- مادة اللحام يمكن ان تنتشر في النقطة المطلوب لحامها في زمن قدره ثانیه واحده من بدء إنصهارها وعلى هذا يمكن أن يصل زمن اللحام بأكمله من ٢-٤ ثانیه ويعدا ترفع الكاوية مباشرة خشية أن

- تؤدي سطح اللوحة المطبوعة نفسها بسبب الحرارة الزائدة .
- من الضروري عدم تحريك نقطة اللحام أثناء الانصهار وذلك حتى تبرد والا سوف يتصدع اللحام وهذا هو السبب الأساسي الذي يتم لاجله تثبيت الاسلاك ميكانيكيا قبل اللحام .
 - التفخخ الضخيف علي نقطة اللحام يجعل بتيبريدها ويتلاني فشل عملية اللحام كما ذكرنا سابقا .
 - نقطة اللحام الجيدة يجب أن تظهر نظيفه ولامعه ومقرعه ، ويوضح شكل (٣-٢) الاحتمالات المتوقعة حيث نجد أن الشكل المحدث للحام في (ب) يشير الي حراره غير كافيه أو زياده في مادة اللحام أما الشكل المعتم الخشن مع وجود زوائد فإنه يعني درجة حراره زائده كما في (أ) .

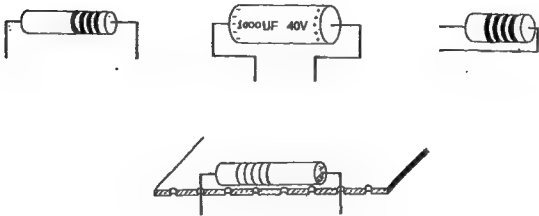


شكل (٣-٢) الاحتمالات الممكن حدوثها لنقطه اللحام

- (أ) وجود نتؤات في اللحام مع خشونته بسبب الحرارة الزائدة
 - (ب) لحام محدد يشير الي درجة حرارة منخفضة أو مادة لحام زائده .
 - (ج) لحام جيد لامع وناعم ومقرع الشكل .
- لاتحاول إحداث أية إجهادات علي نقطه اللحام بعد اللحام مباشرة لإختبار جودتها وإنما إعط فرصه لكي تبرد تماما ثم إختبرها بعد ذلك .
 - إذا كانت هناك أية أطراف متبقية من العنصر بعد اللحام ، أقطعها حتي لاتؤدي الي متاعب فيما بعد .
 - تحتوي مادة اللحام علي مادة مساعده (flux) تساهم الي حد كبير في تسهيل عملية اللحام وفي حمايتها من التآكل فيما بعد .
 - تكون العناصر المصنعه من أشباه الموصلات (مثل الثنائيات diodes والترانزستورات) في غاية الحساسيه لارتفاع درجة الحرارة وهنا يجب الالتزام بالمقننات المسموحه في استخدام كاوويه لحام منخفضه القدرة مع تحقيق عملية اللحام بأسرع مايمكن .

- أثناء تثبيت العنصر في البائثره قبل اللحام يجب الاهتمام بتثبيته جيدا مع مراعاة قطبية التوصيل (الموجب والسالب) اذا وجدت .

- يجب ثني أطراف العنصر ببقه أثناء تثبيته بواسطة العده المخصصه لذلك (زبدية رقيقه الأطراف) ويظهر في شكل (٤-٣) بعض الطرق المستخدمه في تثبيت العناصر علي اللوحه المطبوعه والتي تخضع للأبعاد ومسافات المكونات علي اللوحه المطبوعه .



شكل (٤-٣) بعض أشكال تثبيت المكونات علي اللوحه المطبوعه

- يجب توجيه الاهتمام أثناء ثني أطراف العنصر بحيث أن ثني طرف العنصر عند نقطه التقاطعه بجسم العنصر نفسه يمكن أن يؤدي الي فصل ذلك الطرف داخليا ويظهر ذلك واضحا في شكل (٥-٣) بالنسبه لأحد الترانزستورات.



شكل (٥-٣) (أ) أسلوب التجهيز الصحيح لأطراف العنصر بعيدا عن جسم العنصر نفسه .
(ب) أسلوب خاطئ: في تجهيز أطراف العنصر يؤدي الي فصل الإطراف داخليا .

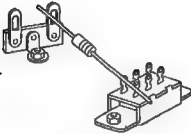
ويوضح شكل (٦-٣) أسلوب ثني أحد طرفي المقاومه بالطريقه الصحيحه .



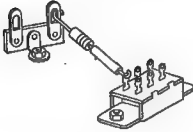
شكل (٦-٣) أسلوب ثني أحد طرفي المقاومه بالطريقه الصحيحه

أمثله تطبيقيه

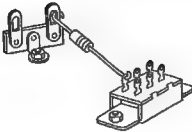
- تشرح الخطوات التاليه أسلوب تثبيت العنصر من طرفيه استعداداً للحامه



١- إقطع أطراف المقاومه (العنصر)
بالطول المناسب بين نقطتي التثبيت .



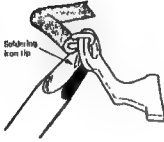
٢- ثبت طرفي العنصرين نقطتي التثبيت.



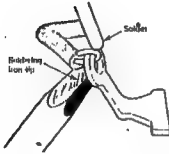
٣- إستخدم (جلبه) (sleeve) عندما يكون
العزل ضروريا وفي هذه الحاله يجب
إدخال العازل قبل ثني طرفي العنصر .

شكل (٧-٣) أسلوب تثبيت احد المقاومات من طرفيها إستعداداً للحامه

توضح الخطوات التالية أسلوب لحام طرفي العنصر المثبت بالحلقة



١- إمس طرفي العنصر المطلوب لحامه باستخدام الكاوية بالكيفية الموضحة بالشكل



٢- إمس الجهة الأخرى من الطرف المطلوب لحامه بمادة اللحام وانتظر حتي تنصهر مادة اللحام .



٣- ارفع الكاوية ومادة اللحام وإترك نقطة اللحام حتي تبرد تماما ولاحظ أن نقطة اللحام يجب ان تكون ناعمة ولامعة .



٤- إذا كانت نقطة اللحام ضعيفة وتبدو معتمة وخشنة
كما بالشكل ، أعد تسخين نقطة اللحام باستخدام
الكاوية حتي تأخذ الشكل المطلوب .

شكل (٢-٨) خطوات لحام العنصر المثبت بالحلقة

فك لحام المكونات الاليكترونيه من الدوائر unsoldering

نحتاج في بعض الأحيان لنزع أحد المكونات القالبه أو المطلوب إستبدالها علي اللوحات المطبوعه ، في
هذه العمليه يجب أتباع الآتي :

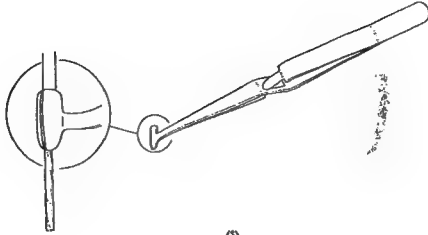
١- الإمداد بالحراره :

إخفط طرف الكاويه برفق علي نقطة اللحام لكي تنصهر بأسرع مايمكن ، ويمكن إستخدام مشبك
التسريب الحراري (heat-sink clips) بالنسبه للأسلاك التي يمكن أن تتعرض لتلف العازل.
لاحظ أن خطوط النحاس المطبوع علي اللوحه يمكن أن تتأثر بالحراره الزائده التي يمكن أن تصل الي
اللوحه المطبوعه أثناء فك اللحام لذلك يجب إتمام عمليه النزع بأسرع مايمكن وتأكد بعد ذلك من أنك لم
تصيب اللوحه المطبوعه بالآي .

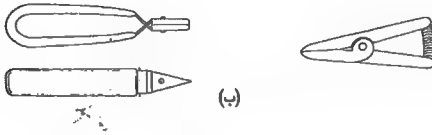
٢- نزع اللحام

بمجرد إنصهار مادة اللحام إستخدم الشفاط (sucker) لامتصاص مادة اللحام المنصهره ، هنا تجد
أن الترقيق الصحيح يؤثر كثيرا حيث يجب أولا التأكد من إنصهار مادة اللحام بالكامل لأن تدفق
الهواء من الشفاط (sucker) يعمل علي تبريد اللحام ومن المفروض تجنب تسخين نقطة اللحام مره

أخري بقدر الأمكان .



(1)



(2)

شكل (١-٢)

(1) أحد الأدوات المستخدمة في إزالة عزل الأسلاك بطريقة صحيحة
(2) بعض نماذج من مشابك التصريب الحراري المستخدمة لتفادي
اتلاف المكونات الإلكترونية أو عزلها أثناء التعامل بكابوية اللحام

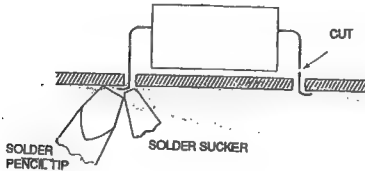
٣- رفع العنصر من الدائره

في بعض الأحيان يكون طرف العنصر مثني علي اللوحه المطبوعه كما في شكل (٣-١٠)



شكل (٣-١٠) يشير السهم الي لحد أطراف العنصر مثني علي اللوحه المطبوعه

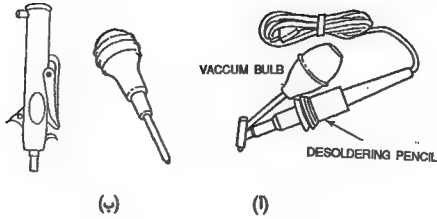
هذا الأسلوب في اللحام يجعل من الصعب سحب العنصر من علي اللوحه المطبوعه ، في هذه الصاله لاتحاول إستخدام العنف في جذب العنصر بشده وانما يمكنك قص طرفي العنصر كما هو موضح بالشكل (٣-١١) عندئذ يمكنك نزع العنصر بسهوله ثم نزع الجزء المتبقي من الجهه الأخرى بالأسلوب العادي ، وتكون هذه الطريقه مناسبه اذا كان من غير الضروري الاحتفاظ بهذا العنصر فيما بعد ، اما اذا كان من الضروري الاحتفاظ بالعنصر فإنه يمكن تسخين نقطة اللحام ثم فرد السلك المطوي بأحد الأطراف الحاده بينما اللحام في حالة انصهار عندئذ يمكنك رفع العنصر بالطريقه العاديه .



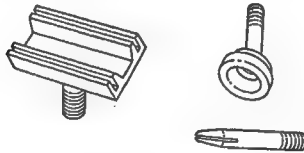
شكل (٣-١١) نزع الطرف المثني من علي اللوحه المطبوعه

لاحظ في الشكل السابق وضع كايوة اللحام لكي تصهر نقطة اللحام كذلك وضع الشفاط المستخدم في شقط الماده المنصهره .

ويظهر في شكل (٣-١٢) بعض انواع كايوات اللحام والشفاطات المستخدمه في العمل علي النوائر



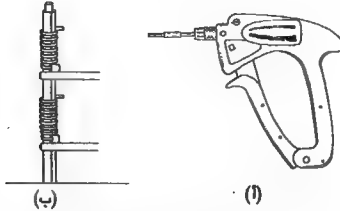
شكل (١٢-٣) (ا) كاريه مزوجه تحتوي علي طرف لمسهو اللحام بالإضافة الي الشفط
 (ب) نماذج من الشفطات المستخدمه علي نطاق واسع
 واتسهيل عملية فك المكونات من الدوائر تم ابتكار بعض الأطراف بأشكال خاصه ثلاثه بعض المكونات
 الايكترونيه ويتم تركيبها علي كاريه اللحام ، وتظهر بعض هذه الأطراف في شكل (١٢-٣)



شكل (١٢-٣) بعض الأطراف المصنعه بأشكال
 خاصه لتسهيل فك المكونات الايكترونيه

اللف بالأسلاك (wire wrap)

هذه الطريقة في التوصيل مألوفة جدا في بعض أنواع التوصيلات ، وفي هذه الطريقة لا تستخدم عملية لحام وإنما يتم فيها تعرية جزءا طويلا نسبيا من السلك ولفه حول طرف التوصيل ستة لفات او أكثر باستخدام عدة مخصصة لذلك كما في شكل (١٤-٣)



(شكل ١٤-٣) (أ) العدة المستخدمة في لف السلك حول طرف التوصيل
(ب) شكل السلك بعد التفافه حول طرف التوصيل

ويراعي في هذه العملية أن يكون طرف التوصيل مربع الشكل وحاد الحواف حتي يحقق التلامس الجيد مع السلك الملفوف

الدوائر المطبوعة

تستخدم الدوائر المطبوعة كقاعدة يتم توصيل المكونات الالكترونية عليها حسب الدائرة المطلوب تنفيذها وقد كانت هذه العملية تنفذ سابقا باستخدام الأسلاك التي تربط بين المكونات وبعضها . وبالطبع كان ينشأ عنها بعض الصعوبات والمشاكل التي تلاشت تماما باستخدام الدوائر المطبوعة .

خطوات تصنيع الدوائر المطبوعة

١- إدرس مخطط الدائرة جيدا ثم ضع مكوناتها علي شيت من الورق .

استخدم قلمًا ملونا لتحديد مكان كل من المكونات بدقة ، ارفع المكونات واعطي علامة علي مكان كل جزء باستخدام رقم الجزء نفسه (علي سبيل المثال R2 ، C5 ، L1 ، ...) باستخدام قلم من لون مخالف ، ارسم الخطوط التي تعبر عن اسلاك التوصيل بين المكونات وبعضها ثم تأكد من مطابقتها للرسم التخطيطي للدائرة .

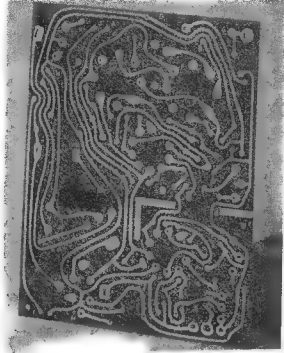
٢- إذن أطراف المكونات المستخدمة في الدائرة بعنايه وحدد المسافات المطلوبة بين الأطراف بدقة ، ارسم دائره صغيره عند كل نقطه سيثبت فيها أحد الأطراف بقطر يتراوح بين $\frac{1}{8}$ ، $\frac{1}{4}$ بوصة .

وصل هذه الدوائر ببعضها طبقا للخطوط المطلوبة باستخدام خطوط سوداء ثقيله (بسمك $\frac{1}{8}$ بوصة) ، استخدم المعدن والأنواع الهندسيه الملائمه لرسم الخطوط والمنحنيات .

ملاحظه :

يعتمد مقاس الدوائر الصغيره وسمك مسارات التوصيل علي الدائره التي تقوم بتنفيذها ، ويمكنك من خلال شكل (٢-١٥) التعرف علي النسب الصحيحه لابعاد الرسم علي اللوحه ، لاحظ ايضا عدم تقاطع

أي مسارين علي اللوحة ، وهي نقطة اساسيه يجب مراعاتها منذ بداية العمل علي الدائره .



شكل (٢-١٥) دائره مطبوعه كامله يظهر عليها الدوائر

الصغيره يصل بينها مسارات التوصيل

٣- اقطع جزءا من اللوحة الرئيسي المغطاه بطبقة النحاس بالابعاد المطلوبه للدائره

باستخدام قلم من طراز 4H وورقة كزيون انسخ الخطوط المرسومه سابقا للدائره علي اللوحة المغطاه بالنحاس وباستخدام قلم (pointed pincel) ضع علامه عند مركز كل ثقب مطلوب علي اللوحة .

٤- باستخدام مثقاب (NO.4) ثقب كل الثقوب المطلوبه لتثبيت المكونات وتخلص من أي بقايا ناتجه من عملية التثقيب .

٥- ارسم مسارات الدائره باستخدام طلاء مقاوم للأحماض (acid resist) ولعمل ذلك استخدم فرشاه رسم (no. 2) أو أحد الأقلام التي تعمل بحبر مقاوم للأحماض وإتركها حتي تجف .

٦- ضع اللوحة في المحلول Ferric - chloride ($FeCl_3$) (بجانيه نوعيه قدرها 1.41) لمدة ساعه او ساعتين ولا تترك اللوحة في المحلول لمده أطول . قلب اللوحة وادرها مرات عديده باستخدام زوج من الملاقط أو الكلابات .

- ٧ - أرفع اللوحة وافحصها بالنظر جيدا ثم اغسلها باستخدام ماء نظيف
- ٨ - نظف الطلاء المقاوم للحمض باستخدام قطعة نسيج مشبعة بالتتر أو الكيروسين .
- ٩ - باستخدام مثقاب (NO 54 wire drill) ثقب مكان علامات الثقوب
- ١٠ - ثبت الأجزاء ، الحمها وإقطع الأطراف الزائدة منها وفي ذلك التزم بتعليمات وإرشادات اللحام المذكورة سابقا

ملاحظة

يجب استخدام المحلول في وعاء من الزجاج مع توفير تهوية جيدة ، ويجب ابعاده بقدر الأمكان عن جلدك وملابسك .

المراجع

- * M.SLADDIN ELEMENTRY ELECTRONIC 1981.
- * GEORGE H.OLSEN MODERN ELECTRONICS MADE SIMPLE.
- * THOMAS L. FLOYD ELECTRONIC DEVICES .
- * CHARLES A.SCHULER ELECTRONICS "PRINCIPLES AND APPLICATION" .
- * HOWARD H. GERRISIT TRANSISTOR ELECTRONIC U.S.A.

